雙　月　刊

核能簡訊

NUCLEAR NEWSLETTER

日本經產省：核電是重要的電力來源

日本核能產業徵才活動　反應熱烈

世界各國持續發展核電

美國核管會為核電廠延役60年　準備好了

4位國際核工專家的一封信



核能簡訊 NUCLEAR NEWSLETTER

NO.147 雙月刊

APRIL 中華民國一〇三年四月號

封面圖片：

特別報導

專題報導

讀者論壇

核能脈動

核能問與答

核能新聞

出版單位：財團法人核能資訊中心
地　　址：新竹市光復路二段一〇一號研發大樓208室
電　　話：（03）571-1808
傳　　真：（03）572-5461
網　　址：http://www.nicenter.org.tw
E-mail：nicenter@nicenter.org.tw
發 行 人：朱鐵吉
編輯委員：李四海、李清山、汪曉康、陳布燦、陳條宗、劉仁賢、謝牧謙、簡福添（依筆畫順序）
主　　編：朱鐵吉
文　　編：鍾玉娟、翁明琪、林庭安
執　　編：羅德禎
設計排版：長榮國際　文化事業本部
地　　址：台北市民生東路二段166號6樓
電　　話：02-2500-1175
製版印刷：長榮國際股份有限公司　印刷廠
行政院原子能委員會敬贈　廣告
台灣電力公司核能後端營運處敬贈　廣告

編者的話

2013年11月4位國際知名氣候科學家發表了一封信，呼籲環保人士應將核能列為因應氣候變遷的重要選項。他們認為，雖然太陽能、風力能解決一部份的能源需求，但是發電量不穩定的缺點必須要在貯電技術上有所突破；而核能可以安全、經濟、可靠的方式提供電力，補其他無碳能源的不足。此外，在2013年12月26日馬英九總統接見旅美核能專家「美華核能協會」會長江仁台等一行時提及，台灣98%的能源仰賴進口，就能源自主性與多元化的角度而言，「任何一種能源都不能輕言放棄」。

福島核災事發至今已3年，3年來日本大多時間處於零核電狀態；但在其經濟產業省的基本能源計畫中已明白表示：「核電是支撐穩定能源供應很重要的電力來源」。日前也已送出反應爐重新商轉申請書，期待核能發電能陸續重返供電行列。

「揭開歷史與文化的隱密面紗 探究福島核災的真正成因」一文提醒我們需要從失敗中學習，找到過去的盲點或錯誤，修正因熟悉而輕忽的態度，改進知道有問題卻未正視的錯誤，記取教訓，然後才能進步與成長。台灣幸運的是，經由別人的錯誤，提供我們徹頭徹尾檢討的機會。

據報載，「民國80年代夏天全台輪流限電，民眾邊冒汗邊大罵政府」。在那個3C產品尚不普及的年代，沒電頂多沒電扇、冷氣可吹；現在冷氣已經普及至每家戶都有多部冷氣機，人手一支智慧型手機，若真停了電，民眾應該不只是熱得活不下去而已。

民國88年的921大地震，因震壞多處電線、電纜及電塔，無法順利傳輸電力，導致半導體業無法正常生產供貨，影響至全球相關產業。我們享受著廉價、供應無虞的電力，企業、商家與民眾卻少有進行節能投資的意願；甚至許多餐廳與公共場所，任憑冷氣外洩，而無節能意識。在追求非核家園的理想之前，台灣人民必須先從日常生活中力行節能開始。

謠言傷害
福島縣的輻射橘子

文・謝牧謙

2013年12月17日是福島縣廣野町在311事件後首度開放橘子園，任人採收，日本媒體大幅報導，國營NHK也列為頭條新聞報告。圖1是某位觀眾的反應，有不少人按「讚」附和。可見很多民眾一聽到輻射就害怕，而不明白貝克數字代表的意義。

筆者有幸恭逢其盛，當天陪同台電李主任、黃小姐、記者王主筆到廣野町公所採訪，應邀參與採橘子活動，村民攜老帶幼50多人，另有全國主要媒體參加，熱鬧非凡。圖2為FNN電視報導，特別強調橘子園的重開是「廣野町復活的象徵」，呼籲在外鄉村過避難生活的村民早日回歸故鄉。

廣野町距發生核災的福島一廠20-30公里，面積58.4平方公里，約為台北市的1/5稍大一點，311事故前（2010年12月）人口為5,418人，事故時被指定為「室內避難區」，一個月後規畫為「緊急時避難準備區域」【1-10毫西弗/年（mSv/y）】，但町民往縣內外避難者達95.5%，留居者僅200餘人。2013年7月住家除污已完成約97%（註1），生活圈20公里範圍的森林完成93%，農地93%。生活圈內如道路路肩20公尺範圍、空地、墓地等的除污，預定在2015年底完成。2013年底已除污的農地開始稻作，中、小學、幼稚園亦於2013年8月恢復



▲圖 1 民眾對輻射的誤解，產生謠言傷害



▲圖 2 媒體呼籲廣野町避難居民早日返鄉

表 1. 日本食品輻射允許標準值（新標準及暫訂標準）

	碘 131（貝克 / 公斤）				銫 134 和銫 137（貝克 / 公斤）				
新基準值	2012 年 4 月新標準無此項				飲料水		牛乳	一般食品	乳兒用食品
					10		50	100	50
暫訂基準值	飲用水	牛乳、乳製品	野菜類（根菜、芋頭類除外）	魚介類	飲用水	牛乳、乳製品	野菜類	穀類	肉、蝦、魚、其他
	300	300	2,000	2,000	200	200	500	500	500

表 2. 橘子含銫實測值　測定時間 2013/11/12 ～ 12/2

品目	生產市町村名	檢出核種、濃度（貝克 / 公斤）			樣品採收日	結果公告日
		碘 131	銫 134	銫 137		
橘子	廣野町	...	未檢出（<2.3）	5.8	2013.02.02	2013.12.05
橘子	廣野町	...	未檢出（<8.7）	10.9	2013.11.18	2013.11.26
橘子	廣野町	...	未檢出（<8.0）	10.6	2013.11.18	2013.11.26
橘子	廣野町	...	未檢出（<7.7）	未檢出（<8.5）	2013.11.12	2013.11.26

上課。但受到謠言傷害及生活機能環境不盡完善的影響，避難災民返鄉的意願不高，目前返鄉者僅21%（2013年12月止），1,100多人。

所謂「輻射橘子」，檢驗結果是每公斤含銫11貝克，依據日本食品檢查新標準為<100貝克/公斤（舊標準為<500貝克/公斤）如表1、表2，均合格可安心食用。

日本食品新標準訂定的原則：

一、先前的暫定標準值雖然比新訂的標準值寬鬆，但對健康並無影響，安全性亦受到保障，但為了更進一步確保食品的安全和安心，將先前的暫定標準值允許的年劑量由5毫西弗/年降為1毫西弗/年（註2）。



▲圖 3 筆者恭逢其盛參與採橘子行列（2013.12.17）

二、採用年劑量為1毫西弗/年的原則

1.訂定食品國際規格的國際食品法典委員會（CODEX）的現在指標是設定在不能超過1毫西弗/年。

2.偵測檢查的結果，大部分的食品檢出濃度



會隨著時間的過程有減低的傾向。

3.「飲料水」，「嬰兒用食品」，「牛乳」等有必要特別考慮的要區分出來。其他當作「一般食品」，全體區分為4個項目如表1。

新標準自2012年4月開始實施。

廣野町的橘子的銫是每公斤11貝克，遠在標準值每公斤100貝克以下，不會有問題，筆者亦當場採食，甜而多汁非常美味。

我國現行含銫允許標準值為一般食品370貝克/公斤，牛奶與嬰兒食品370貝克/公斤。2012年6月29日公告的修正草案允許標準值為一般食品600貝克/公斤，牛奶與嬰兒食品200貝克/公斤。標準雖較日本為低但與國際食品法典委員會的嬰兒食品1,000貝克/公斤，一般食品1,000貝克/公斤，加拿大一般食品1,000貝克/公斤，美國12,000貝克/公斤，新加坡1,000貝克/公斤相比較，我國的標準均較嚴格，與歐盟600貝克/公斤相同。至於日本為何訂出一般食品100貝克/公斤的超嚴標準，實因日本屬輻射災區，是採100%的食品污染係數計算，一般正常情況下均以100%食品受輻射污染的係數估算，將造成風險值估算過高。

圖4為筆者在一年半前同地方的拍照，當時未解禁，橘子樹均以塑膠布覆蓋以避免污染，橘子的銫檢驗值超過標準值100貝克/公斤，不得採食。



▲圖 4 2012 年 3 月時廣野町橘子園的樣貌

後語

輻射與空氣、水自古以來已存在於自然界，人類與生俱來即與輻射共存，地球上的萬物均含有輻射與水，食物、空氣中均有輻射物質。以人體而言，視體重差異每人體內含有5,000-6,000貝克，輻射的有害與否，視其量而定（註3），因此ICRP訂有輻射的允許標準值，以維護人身的安全。

以上述廣野町的橘子為例，日本訂出最嚴格的標準必須在100貝克/公斤以下（國際食品法典委員會為<1000貝克/公斤，美國為<1200貝克/公斤，我國及歐盟則同為<600貝克/公斤）。應正確認識輻射，才能了解輻射真正可怕在那兒，以免庸人自擾。

註 1：除污後劑量為除污前劑量的一半以下即表示除污完成，廣野町一般住屋除污前劑量為 0.6-0.9 微西弗 / 小時（μSv/h），除污後為 0.25-0.42 微西弗 / 小時，除污長期目標值為 1 毫西弗 / 年。

註 2：1 毫西弗並非安全和危險的界線而是當作管理的基準

註 3：輻射在某低劑量範圍內，會促進人體免疫系統而對身體有益，此類「低輻射劑量生物效應」的現象稱為「激效（Hormesis）」，包括日本在內的先進國家目前進行研究中。



揭開歷史與文化的隱密面紗
探究福島核災的真正成因

著．原子力安全推進協會 北村俊郎 譯．陳汶滋

福島事故至今已過3年，雖然電力公司持續進行建設防波堤，並增設緊急電源，但這些主要都是因應直接原因的對策。國會事故調查委員長評論得很好，說這是「日本製造的災害（Made in Japan）」，但本次事故的背景中存有很多深植於日本社會的問題。這次的事故可說是集日本核能開發史之大成，以及在這個過程中種種錯誤的歸結。

從發展歷程中發掘積弊沉痾

1. 事故原因

針對事故原因，美國核能管制委員會（NRC）前主席賈茨科直接了當地指出是「設計與廠址的錯誤」，現任主席麥克法蘭也說這是「長年放任那些錯誤不管所致」。另外，也有必要在這兩位人士的見解上再加上「獲得外界警告後沒有迅速採行對策」。日本原子力發電公司的東海第二核電廠就因為得知警告而增設防護堤，所以才免於發生悲慘事故。

政府與東京電力公司在事故前就已經掌握到國外有關喪失全部交流電源的情報，而且也知道在大海嘯來襲時，重要設備會被水淹沒，而且也預測到不遠的將來會有千年一次的大海嘯。但是，東京電力公司的幹部對於海嘯來襲沒有實際感覺，反而認為解決眼前的經營問題比較重要。

不知他們為何做出了極端非理性的判斷，為了理解其理由，有必要回顧日本的核能發電歷史。

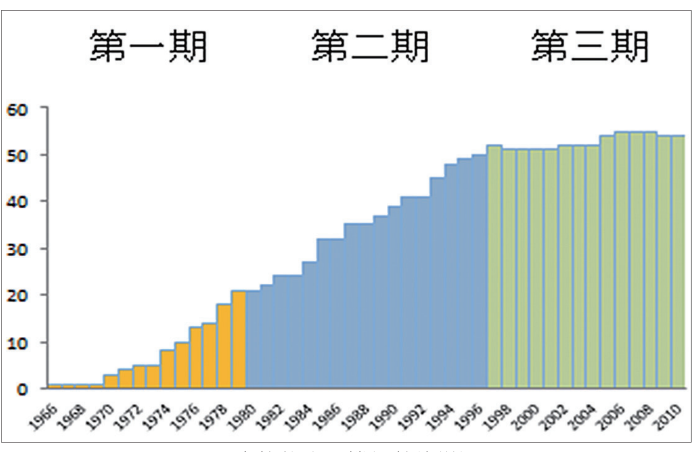
2. 回顧歷史

回顧我國的核能開發史，可如圖所示分為3三個時期，以此探討福島第一核電廠事故的背景狀況。

第一期：1965-1978年

日本產業結構從農業大幅轉變為工業，實現了高度的經濟成長。這個時期也是讚揚新幹線開始營運、阿波羅11號等高度科學技術的時期，但負面的部分卻被遺留到下個時代。

政治家、官僚、業界決定儘早引進在歐美才剛實用化的核能發電。美式輕水式反應爐因體積小出力大，在經濟效益上相當優異，但是並沒有考量天災多的狹小國土。由於他們沒有自行評估的能力，且變更設計需要鉅額費用及時間，所以就以原



日本核能發電機組數的變遷

本的美式設計簽訂了統包契約。

名列第一代核能委員的湯川秀樹博士，對於不肯自行研究、沒有充分確認安全性而只想依賴美國進口，並且急著運作商業用反應爐的這種求快心態感到厭煩，因而辭去了委員職務。

被派遣到美國反應爐製造商的技術人員貪婪地學習技術，同時也學到了重視合理性、經濟性的思考模式。由於強調核能發電成本優勢的關係人士增加了，因此當要選擇福島第一核電廠的設置地點時，東京電力的幹部認為海拔較低的地方，用於取水的電力消耗較少而比較有利。

日本第一部輕水式反應爐的敦賀核電廠，雖然在日本原子力發電公司之下以全部日本體制開始運作，但是過沒多久東京電力和關西電力都不再派遣技術人員。這2家公司也開始自行興建核電廠，並朝向儘早建設完成與實際發電前進，但是他們還不具有地震發生機制的知識，設置地點除了堅固的岩盤以外，只優先考慮人口密度與大消費區域的適當距離等經濟效益。

由於開始發電後就窮於應付初期故障的狀況，所以根本性的設計地點問題就被延宕。在人才方面是以機械工學、電氣工學、化學等人才為中心，原子物理系的人才薄弱，安全系統研究則成為略微專業的領域。

電力公司的核能部門也比較沒有顧慮，所以能在內部高談闊論。電力公司的高層也變成由核能部門出身的人士占據，在核能部門的人士都有特別待遇。部門之間不再有人事交流，核能部門開始在公司內建立獨自的文化。

國家將核能發電視為政策而委由民間發展，電力公司則是接受國家最大限度的援助，兩者互相協力，核能發電的開發開始遠離國民的視線。

1974年，通過了支援電廠所在地政策的電源三法。雖然曾發生輸電線被雷擊而停電，或是水母入侵等事件，但都沒有檢討這些事件與重大事故的關連性。這個時





期沒有大地震或海嘯，因此相關人士對於自然災害沒有抱持危機感。

當初媒體將核能發電讚為夢幻能源，電廠所在地區也歡迎核電建設，對於能與國家政策合作而感到驕傲。地方政府與電力公司簽訂安全協定，對於核能風險則是信賴國家與電力公司，反對運動也集中在特定團體，而且被視為別有用心。媒體大幅報導1974年核子動力船「陸奧」（Mutsu）的輻射外洩事件，核能業界則在遭受謠言危害時就馬上神經質地將資訊隱蔽不發。

第二期：1979-1996年

由於質量俱佳的勞動力與便宜的石油所賜，家電、汽車、機械等產業急速成長。藉著合理化、大型化與大量生產而提高生產效率，高度成長達到了最高點。1980年代的泡沫期則是本業外投資以及追求奢侈品，此後歷經1987年的黑色星期一、泡沫經濟瓦解、波斯灣戰爭、蘇聯解體，1995年發生了阪神大地震。

日本的核能發電達到50個機組，成為世界第3名。由於在同一地區建設了多部機組，因此管理也變得複雜。因為經歷了兩次石油危機，因此更加深刻體會到核能發電就是國家政策。核電建設成為流行，但舊式的核電廠設計上的問題卻成為難言的禁忌。國內外發生多起故障事故，相關人員則為因應這些事故而疲於奔命。1979年的三哩島事故證明了輕水反應爐有其危險性，美國開始增設多樣化的緊急發電機，然而日本在重要的危機因應與對策卻沒有進展，反而認為即使爐心熔毀對外部的影響也不過就是那種程度，因而將問題大事化小。

7年後雖然發生了車諾比事件，但卻展開宣傳活動強調爐型不同及社會制度的差異，在因應重大事故對策上開始落後歐美。1998年，動力爐核燃料開發事業團的「文殊」反應爐發生鈉洩漏事故，這種隱瞞資訊的體制成為大問題。核能發電為了提升容量因素而反覆進行「對症療法」，但是卻認為發生重大事故的機率很低，所以幾乎沒有任何防備。

管制機關對於修訂安全基準也是態度消極，而且在管制機關的獨立性、人才的質與量、過度依賴獨立法人、職權認知不足、流於形式的防災訓練以及偏重文件檢查等方面都有問題，但是卻未能進行改善，在此第二期也沒有大型自然災害襲擊核電廠。

地方政府對於核電事故逐漸喪失危機感，反而關注創設核燃料稅等核能發電的經濟效果。地方政府增加承辦人員及諮詢委員會，也強化了安全協議，雖然沒有法律依據但還是為核電營運套上枷鎖。反對團體開始以國家為對象，採取提起核能控訴的戰略，政府與電力公司就不得不說明即使是老舊的核能發電也十分安全，而基本的安全議題卻成了禁忌。

在這個時期維修開始外包，建構出由製造商集團及電力公司子公司所構成的多層體制，因此也創造了退休員工或地方的就業機會。外包使電力公司的技術能力逐漸空洞化，導致現場作業能力低落和組織間的流動惡化，演變成製造商或學者在技術上支撐電力公司、電力公司支撐管制當局的體制，管制當局與電力公司之間不適

當的關係卻成了常態。

政治家、政府機關、電力公司、製造商、關係團體、地方政府及地方經濟間建構起一種確保關係人士利益的體制，大學也因為就業或研究費而加強對業界的依賴。電力公司的核能部門失去了自由開放的氣氛，來自基層的意見難以上達，變成一個危險的組織。也由於世代交替的關係，技術人員對於舊式核電廠的技術傳承不夠確實。儘管經濟不景氣，還是藉著勞資協調來提高薪資，待遇極佳的電力公司，其員工越來越保守。管制當局也因為幹部職員任期短又沒有教育訓練，一直無法著手於改變制度或管制作為，所以對事故的因應方式就這樣始終不變。

第三期：1997-2012年

2001年發生多起同時恐怖攻擊事件，2008年以雷曼兄弟金融危機為導火線，爆發世界性的不景氣，在這期間經濟成長停滯不前，而中國等國家開始急起直追。由於人口急速減少以及高齡化的問題，不論中央還是地方財政都陷入大幅赤字。而宮城地震、十勝地震、新潟中越地震等也使核電廠首度受到波及。1999年，在JCO公司的核燃料廠發生了臨界事故，造成人員死亡並疏散居民。電力公司把製造燃料視為枝節問題，過去核電廠雖然也發生過臨界事故，但並未反映在重大事故對策中。

2002年，各電力公司過去許多隱瞞、竄改、捏造的行為被揭露，高層辭職以轉移輿論，但卻沒有把真正原因視為安全文化的問題。管制當局也受到波及，即使接獲內部檢舉也置之不理，甚至還洩漏告發人士的個人資訊，但是政府或媒體都沒有徹底追究。

美濱核電廠雖然發生過緊急冷卻裝置啟動、以及3號機二次側系統管路破裂等重大事故的預兆，但管制當局卻沒有將重大事故對策列入管制，而是任由電力公司自行處理。2007年，柏崎刈羽核電廠遭受地震波及，於是各公司集中精力於強化耐震。雖然濱岡核電廠2部機組除役，但柏崎刈羽核電廠卻強調其建物可以承受預估2倍以上的地震動，可是因應海嘯的對策卻是不足的。電力公司開始集中全力提升因這些不利資訊及不適當的管制而低迷的容量因素。雖然產業技術綜合研究所提出貞觀海嘯有可能再度來襲的警告，但東京電力將對策擱置，地方政府也因為專注於鈽熱中子計畫（plu-thermal）而沒有做出反應。國外因應重大事故對策的資訊可能會對官司造成影響，又要向地方政府說明，還可能會造成長期停機，因此政府或電力公司都不提這些資訊。鈽熱中子計畫也因為「文殊」的挫折與再處理工廠未完工而曝光，用過核燃料因而轉向中期貯存。

政府曾經訂定核能立國計畫，將核能發電視為能源安全保障與因應溫室效應的關鍵手段，並計畫逐步興建新機組取代舊機組，以及因應核能復興的機組設備出口，但是卻欠缺因應重大事故對策或改善核能界體質的視野。廠址所在地區主要因為就業問題而已經固定依賴核電廠，所以只關心增建機組或鈽熱中子等眼前的問題。在民意調查方面，則因為地球溫室效應的問題而出現前所未見的支持核能發展。



雖然國際原子能總署曾指出管制獨立性的問題，但政府並沒有著手，管制當局還是繼續依賴電力公司提供資訊，電力公司依然欠缺實質的內部查核功能。對關係企業或地方業界等也朝向一體化，當這些架構成為阻礙時，卻因為官僚主義與因襲前例而只想確保既得利益，因而變成一個無法進行大方向轉變的組織。電力公司則因為世代交替而產生技術傳承或經驗不足的問題。

對日本核能文化的無情批判

前文已經提到福島事故的背景，以及過去歷史所累積起來的種種原因，接下來則將這些分別歸納成各種問題，剖析其發生機制及造成的影響等。

1. 形式主義

形式主義一直對核能安全造成威脅。地方政府也參加的防災演練的腳本，是考量訓練時間和動員規模而編出的，也就是所謂的演戲，但媒體只是輕描淡寫地帶過。靠這種訓練根本無法期待能夠培養出對於潛在性威脅的意識。

原子力安全委員會沒有經過實際調查就判斷不會有長期喪失外部電源的狀況，管制當局那種只仰賴文件的形式性檢查使相關人士疲於奔命，也對現場安全造成威脅。

電廠所在地的地方政府首長會在事故時進入核電廠，然後讓媒體拍攝來向居民宣傳。

發電廠員工連消防泵浦的操作也不懂就外包出去，運轉員沒有進行海嘯時導致電池無法使用的喪失電源相關訓練。東京電力公司以土木學會尚未正式承認海嘯的威脅為理由，將因應措施延後，這就是形式主義的惡用。實力低落、矯飾主義、沒有責任感、隨便、沒有危機感、效率優先等，這些都是形式主義氾濫的理由。

2.背叛三原則

核能發電在沒有民意基礎下，就被官僚、產業界人士等當作國家政策來推動。在國會大選時核能發電並沒有成為爭論焦點，違背了核能和平利用三原則的「民主」。從依賴進口開始運作，自己不具有技術，這就不是「自主」，管制也是模仿美國；「公開」原則也因為電力公司隱瞞事故或管制當局的消極態度而到後來才發覺。核能相關人士都具有共同的目的意識去開發這個人類新得到的新能源，但也產生了特權意識、延後及隱藏困難問題、共同體結構等，與國民脫節。在國策民營的框架下，保護了相關人士的方便及利益，後果則被丟到未來去承擔。

核能發電的對錯從一開始就存在一種二元對立的結構，推動派與反對派不承認彼此的存在，原本應該要進行科學式辯論的安全性問題也無法在同一個檯面上討論。雙方都早有成見，因而難以邏輯辯論或收集證據。不利的資訊被大事化小、小事化無。辯論只在同派伙伴間進行，推動派認為與反對派辯論無濟於事，所以採取忽視的態度。相對於此，反對派則是以政府為對象提出告訴。因此以政府為首的推動派就陷入了無法提出追加安全對策的「安全神話的陷阱」。

3.錯誤的安全思考

福島事故已經證明了在安全思考上有

錯誤。儘管科學技術才是真實原因，但比起實際的安全，日本人更傾向於追求心靈的和平（安心）。安全管理的原則由於被資金與勞力所限制，所以危險因子應該要照風險高低的順序去除。在AREVA集團的夏龍工廠，參觀者是不用戴安全帽的，但日本式的安全是從辦公大樓到中央控制室的走廊都要戴安全帽。這是一種不想把規定複雜化、而把戴安全帽的負擔讓大家分攤的農業民族想法。對見微知著、小細節的累積極為重視，導致原本打算制定周全的安全對策，卻變成只是花錢卻沒有掌握重點。歐美對於重大事故有嚴格的管制，品質保證活動則讓電力公司自主，日本的作法卻是相反。為了預防事故，應該是要找出不安全狀態然後採行對策，以此作為預算的背書，但是卻以「安全第一」、「安全文化」等口號提高注意力，然後覺得這樣就安全了。

安全對策不管怎麼訂定還是會有殘餘的風險，但潔癖很重的日本人卻不肯面對這種現實，結果就成為毫無防備的狀態。政府和電力公司都認為，如果承認殘餘風險的話就等於承認核能發電的危險性，這將會被反對派攻擊，且對於安全審查的官司也會有影響，對地方政府的防災訓練說明也會很麻煩，因此對殘餘風險都避而不談。在評估國內外重大事故時，對於三哩島事故、車諾比事故、東海村JCO臨界事故等，都不探討與自己國家的核能發電的共同點，而是去強調設備、社會制度、規範、人員資質等等的不同，也沒有和日本核能發電的危險性做連結。原本應該注意輕水式反應爐有可能發生重大事故、反應爐的監視系統有根本性的問題、在事故因應上的要點、輻射外洩至環境中會造成多大傷害、重視經濟性會造成危險等問題上。相關人士卻把1萬年1次的事故發生機率誤以為「有生之年都不會發生」，沒有注意到將3台緊急發電機設置於同一個地方的危險性。另外，針對一般人的說明，都刻意不提到例外事項及前提條件而把說明單純化，在組織內部提出警告的人也被疏遠，根本無法培養安全文化。

4.共同體化

核能界已變成一個共同體，甚至被稱為「核能村」。共同體的目的雖然是「實現以核能來確保能源」，但電力公司具有地區獨占性並具有穩定的經濟基礎，可以提供特定對象良好待遇或商業交易，所以共同體以政治家、官僚、電力公司、製造商為中心，甚至連金融機構、學者、媒體、地方政府、工會、漁會及各種團體等都在目標上訂定「確保共同體成員的利益」。共同體的成員為了守護共同體而無視物理法則或歷史教訓以及來自內外的警告，違背了道德甚至有時抵觸法律。內部則因官僚主義、秘密主義而僵硬化，限制了自由思想，並排斥違反共同體意志或提出諫言的人，因此喪失了自我淨化的功能。對不利的資訊就消除其急迫性或是置之不理，就算問題曝光也是以維持既得權力與體制為優先考量。為了盡量不在內部造成風波，往往依循前例因應，盡量大事化小。對於「防災體制應該符合國外標準」的意見，管制高層卻認為「不要吵醒睡覺中的孩子」，這種說法正象徵了此點。



5. 缺乏史觀的營運

在東京電力公司內部，核能部門有獨立的力量可以影響營運政策。董事都各自代表了其部門的利益，董事會的判斷不是其成員的意思，而不過是追認部門的意志。勝俣前會長在事故後的記者會上說：「我們的營運理念一直是採取讓各部門各自負起責任來運作。」

此外，營運原本就因過度委外而分散了責任，造成了技術空洞化、內外的監督部門無力化。既有的方針與計畫又被種種歷史緣由束縛，根本性問題的解決就被擱置，而只想要藉著以經濟力為後盾的政治力來克服。

營運高層必須要有確實的史觀，好好認清核能發展中所累積的問題，要斷絕惰性的話就有必要進行「大刀闊斧的改善」。但是在拔擢高階人員時都是依據誰適合維持體制和繼承前任者方針而定，試圖要根本改革的人根本選不上。小泉總理曾公開發表要「粉碎自民黨」而推動郵政改革，這是因為他具有史觀，知道維持55年的體制即將崩壞。1993年當上東京電力社長的荒木先生雖然大喊「我們要轉型成普通公司」的口號，但他對於核能部門的歷史卻是認知不足。

在法國政府或大企業裡的高層多為高等學院出身，日本的大學是「延伸高中的集團教育」，法國則是「量少質精的高度專門教育」，灌輸廣泛的知識與專業技術，使他們對於優秀的能力在出社會後要如何去發揮有所自覺。雖然有好有壞，但法國的社會結構就是存在這種傳統式精英教育的制度。日本的精英善於把握絕佳狀況並迴避所屬單位的風險，一方面也致力於擴張權限、預算、人數以及未來空降民間企業的所在。電力公司對新進人員馬上教導維持體制才是最重要的事。從福島事故的背景裡可以看到，將核能發電當成國策、持續推動的經濟產業省官僚，以及東京電力的歷任經營者，雖然很適合維持體制但卻不適合處理核能發電。

結語

社會是以各種失敗為養分而進步，所謂從歷史中學習就是明瞭其實際案例。學習的另一個意思就是去正確理解過去被擱置的問題，而不要讓已經種下的失敗種子發芽。在發生福島事故後，如果沒有採行探究其背景原因的對策，而只是採取直接性對策的話，這個國家就沒有資格繼續發展具有潛在危險性的核能。在社會中建立使用核能的基礎，比起為了重啟核電廠而去訂定原子力規制委員會的新安全基準更為重要。

參考資料：

1.失敗的本質—日本軍隊組織論研究，中公文庫，戸部良一等（著）

2.構造災，岩波新書，松本三和夫

3.調查‧檢證報告書，日本再建倡議，福島核電廠事故獨立檢證委員會

4.國會事故調報告書，德間書店，東京電力福島第一核電廠事故調查委員會

日本經產省：核電是重要的電力來源

文．編輯室

日本經濟產業省的基本能源計畫：「核電是支撐穩定能源供輸構造很重要的電力來源。」經過福島事故發生後將近3年的沉浮，日本擬出能源政策草案，重點集中在供電的安全，以及建議停機的反應爐重新開始商轉。

日本的經產省於2014年2月25日公布的草案指出，能源供應的重要性在於維持日本的工業基礎以及經濟基礎。1970年時，日本有90%的燃料必須依賴進口，就和現在延長核反應爐停機的情況差不多。然而，新經濟體的快速成長也意味著進口能源的競爭比以往更大。

經產省還表示，中東地區占了日本83%的原油及29%液態天然氣來源，這些替代能源因為核電廠的關閉而需求量大增。日本購買天然氣的價格，和美國本土的售價差異很大，「對產業結構產生重大影響」的機率因此提高。

1970年時，因為開始發展核電使核電廠數量大增，也使日本多了一項穩定、低排放的電力來源。日本現在將面臨同樣的情形，因為他們打算重新啟用在 2011年福島事故後大部分時間都處於停機狀態的反應爐。

經產省指出，他們的目標是建立一個多層次、且能靈活對應價格衝擊的強健能源系統，其中一個因素是打破國家區域供電的壟斷，以使新的電力公司能夠開始提供電源，例如讓地方政府以及小型供電者分散發電量。此競爭預計將會提高能源部門的效率，培育新的產業供消費者選擇。

日本未來的能源範圍是很清楚的，經產省說。天然氣雖然是進口能源，機動性高，可用作間歇性可再生能源。煤炭雖然便宜，但有嚴重空氣污染的問題以及地緣政治的風險。再生能源有最大的空間：太陽能在電力需求旺季時可發揮作用；需要大規模布署的風力，雖然可以生產顯著的電量，但只限於北部地區，且需要目前尚未開發的儲存系統來平衡；而日本擁有世界第3大地熱資源，可以透過當地居民幫忙開發。

經產省同時表示，核能是準國產能源，能提供穩定的發電量，不需要高成本就能運作，溫室氣體排放量也很低。他們也指出，開發核電必須以核安為優先，並隨時為突發狀況作好準備。核電是「重要的電力來源，支援能源供需結構的穩定性。」

資料來源：
http://www.world-nuclear-news.org/NP-Nuclear-an-important-power-source-for-Japan-2502141.html



龍門核電廠建廠管制報導

文・編輯室

原能會2月5日函復台電公司對注意改進事項編號AN-LM-102-013-2~4改善情形的審查意見。本案是原能會執行第46次龍門電廠定期視察時，發現各系統焊附在RCCV Liner上作業不符合ASME CC code規範的缺失，經台電公司釐清焊工資格和能力、現場作業檢討、檢驗品質文件等，及評估可符合施工規範要求，並經設計單位審查同意，經原能會審查後同意結案。

原能會2月5日函復台電公司對注意改進事項編號AN-LM-102-017-2改善情形的審查意見。本案是關於龍門電廠N-5 Data Report簽署作業與試運轉測試同時進行，在簽署完成前，若現場履勘發生須改善或設計變更，可能涉及系統試運轉測試結果，此部分台電公司並無相關評估機制。原能會審查結果認為台電公司未提出確切運作機制，已要求台電公司重新檢討。

原能會2月6日函請台電公司就龍門核電廠102年第2次運轉人員第二階段執照測驗，發現持有運轉員執照報考高級運轉員執照測驗成績偏低的情事，提出前述人員訓練成效不佳的強化措施，並與原先提報的103年度再訓練方案進行比對，以明確說明強化的重點。

原能會2月6日函復台電公司對注意改進事項編號AN-LM-101-004-1-1、AN-LM-101-004-1-2改善情形的審查意見。本案是關於龍門電廠RCCV wall外圍的Raceway支架未檢驗部分，台電公司磨除重新施焊並完成檢驗，並擬依奇異公司建議採PMI及VT檢測，以確保焊接品質。原能會審查後，針對VT檢測無法確認焊道內部及施焊過程品質，要求台電公司研議可確認焊道內部及與母材是否熔融良好的檢驗方法，以確保Raceway支架品質。

原能會1月23-28日派視察員至成大防火中心查證龍門電廠執行8扇CNS防火門的耐火驗證測試，在整體防火門裝置（含防火門扇及相關五金）測試項目，8扇防火門測試結果均未能完全符合規範要求。原能會已於2月13日召開龍門電廠CNS防火門驗證檢討說明會議，要求台電公司儘速提出後續處理方案。

經濟部於12月19日來函檢送「核四地質調查安全評估報告」。本案是經濟部因應102年4月17日立法院經濟委員會決議辦理，將調查報告送原能會審查。原能會已邀請國內地質領域的學者專家與會內相關領域專業人員組成審查團隊，並已於2月17日召開第一次審查會。

世界各國持續開發核電

著・東海邦博 譯・朱鐵吉



現況與未來的預測

1.全球

政策：福島事故後還是繼續開發核電

世界的核電開發，源自1950-1960年代美國倡導的「原子能和平應用」政策，之後1970年代發生石油危機，促使歐、美、日本等國積極開發核電。唯在1979-1990期間發生美國三哩島事件（1979年），以及前蘇聯烏克蘭車諾比事故（1986年）的影響，導致「去核電」的國家出現。

但是，2000年之後由於能源需求大增，化石燃料價格急遽上漲。採取因應氣候變遷對策（降低二氧化碳排放）的重要性，使核電再受注目。日、歐、美以外的中國、印度，以及中東等開發中國家均致力發展經濟建設，核電也隨之列入開發計畫。

因2011年福島事故的影響，歐洲部分國家開始推動非核政策，而其他多數國家仍決定讓核電廠繼續運轉並新建核設施。美國在福島事故後因加強安全設施而追加許多費用，又因「頁岩油氣革命」的影響，隨著老舊反應爐的關閉，以及暫時維持可用的反應爐運轉，政府擬定新安全規範、推動新制建設。

另一方面，由於核電需求量急增，和解決環境污染的需求，中國、俄羅斯、印度、韓國、土耳其和中東產油國等，對推動核電新制建設以及新計畫方案的實施，意願很高。



現況：世界核能發電比例為12%，建造中和計畫中的機組總共有173部

2013年核電廠數目以日、歐、美為主，加上其他國家的機組總和為429部，產生的電力達3.9億瓩。2011年核電占一次能源比例為5%，發電量占12%；燃煤發電占41%，天然氣占23%，水力占16%。最近急速增加的風力占2%，太陽能和生質能合計占2%。

另一方面，建造新機組以中國大陸為最多，加上亞洲、俄羅斯和其他國家建設中的機組，如表1所示，合計共有76部，

表 1. 世界各地核能開發情況（2013 年至今）

地　名	運轉中 發電量	運轉中 機組數目	建設中 發電量	建設中 機組數目	計畫中 發電量	計畫中 機組數目	合計 發電量	合計 機組數目
西　歐	11,928.5	117	335.0	2	586.0	4	12,849.5	123
中東歐	1,215.3	19	306.0	5	338.4	3	1,859.7	27
北　美	12,082.2	123	120.0	1	1,066.0	9	13,268.2	133
亞　洲	9,025.3	117	5,329.7	51	5,853.5	49	20,208.5	217
獨立國協	3,942.0	45	1,226.0	13	2,055.0	20	7,223.0	78
中南美洲	436.1	6	215.0	2	0.0	0	651.1	8
非　洲	194.0	2	0.0	0	187.2	2	381.2	4
中　東	0.0	0	240.0	2	1,004.9	10	1,224.9	12
合　計	38,823.4	429	7,771.7	76	11,091.0	97	57,686.1	602

註：發電量的單位為萬瓩
文獻：日本原子力產業協會「世界核能發電開發方向」，2013 年出版

發電量可達7,800萬瓩。至於計畫建設的國家加上土耳其以及阿拉伯聯合大公國等列入計算，總共有97部機組，發電量為1億1,000萬瓩。

預測：要減少二氧化碳，核電為不可或缺的能源

國際原子能總署（IAEA）的世界能源預測（2013年版），如表2所示，2035年核電設備的「現況方案」（即現在實行中的策略）是5.27億瓩，「新政策方案」（目前在研究中的策略）為5.78億瓩，「450方案」（即溫室效應氣體換算為二氧化碳的大氣濃度抑制在450ppm以下的策略）增大為7.92億瓩。核電比率「現況方案」為10%，「新政策方案」為12%，「450方案」為18%。

發電設備容量的增加有2種情形，如果核電依現在的規模凍結開發至2035年，以歐美為中心，關廠的規模達1.1億瓩，需要建設新制反應爐以及因應氣候變遷的影響，要停止興建是不可能的事。為達成「450方案」的目標，加上再生能源的開發，大規模開發核電將無法避免。

2. 歐洲

去核電國家：德國新政府的去核電政策不變

受到福島事故的影響，歐洲的德國、義大利、比利時和瑞士均採取「去核電」



表 2. 2035 年世界電力供給預測（「IEA 世界能源預測」2013 年版）



	2011 年（實績）	2035 年（預測）		
發電量		現　狀	新政策方案	450 方案
（10 億度）	22,113	39,857	37,087	32,295
電源比例（%）				
煤	41	40	33	14
天　然　氣	23	23	22	19
石　　油	5	2	1	1
核　能（億瓩）	12（3.91）	10（5.27）	12（5.78）	18（7.92）
水　　力	16	14	16	20
風　　力	2	6	7	13
其他再生能源	2	4	9	13

註：現狀 = 現在實行的政策、新政策 = 追加的政策、450 方案 = 溫室效應氣體濃度 450ppm（換算為二氧化碳濃度）

政策。2013年9月德國大選，總理梅克爾－基督教民主社會同盟（CDU　CSU）的代表們勝選，但國會席次並未通過半數。2013年1月27日，社會民主黨（SPD）同意成立新政權，對「去核電」的政策維持不變。

義大利、比利時和瑞士等國家並未將「去核電」法制化，變動性仍然存在。

芬蘭：1部機組建造中，2部機組計畫建造中

另一方面，其他歐洲擁有核電的國家，繼續運轉核電或依最新規定建設新機組。

西歐國家中，新制建設以芬蘭為主力。芬蘭缺乏化石燃料資源，20%的電力需求是從北歐和俄羅斯輸入。因此，為了擺脫電力輸入的困境，從石油危機以來就積極推動核電政策，至2013年合計4部、共286萬瓩的機組在運轉，核電於2011年貢獻了32%的電力。

為了因應氣候的變遷和能源安全議題，芬蘭也致力於計畫建造新制機組。目前，芬蘭民營公司TVO（Teollisuuden Voima Oyj）將採用第3代反應爐，及歐洲壓水式反應爐（EPR，發電量160萬瓩，法國AREVA公司建造）。目前建造中的機組為1部，並計畫再建造2部機組，其中1部是和TVO公司同型號反應爐，預定2020年開始運轉。另外一部由芬蘭Fennovoima公司（由「大口電力消費產業客戶」與公營公司合併組成）負責，日本東芝和俄羅斯國營企業Rosatom為爭取推銷核電設備而展開激烈的競爭。

法國：1部機組建造中

核電大國法國正在西歐建設1部EPR機組，法國缺乏化石燃料資源，在石油危機時大規模開發核能發電，2013年時已有58部機組設備，發電量達6,600萬瓩，占75%的發電量。能源自給率從20%改善至50%。

法國前政府一再推動核能開發，同時也開發再生能源，未來的發電以核電為主軸，目前並著手建設1部EPR機組。2012年由社會黨掌政權，核能發電比例降

低，2025年時2部老舊機組將停機，此舉將使2025年的核能發電比例降低至50%。

但這種作法並不是要放棄核電，社會黨宣布此政策時強調，建造新制的EPR機組將會持續進行，燃料循環事業亦維持運作，並繼續對外輸出反應爐，基本上核電政策並未改變。法國在核電方面對外積極活動，其EDF（Electricite de France）公司搶進英國及中國，同時法商AREVA公司則向世界各國推銷其核電設備。

英國：1,600萬瓩的新制建設計畫中

近期英國有意推動新制建設，英國核能開發之初，由於北海富有化石燃料資源而不像法國那麼積極。目前運轉中的機組有16部，發電量為1,100萬瓩，占電力需求量的20%。

但是，英國自2000年後，天然氣資源呈現枯竭的現象，政府自2008年後改變政策積極推動新制建設。

電力公司亦配合政府的呼籲推出建設計畫，起先是法國EDF子公司的EDF能源公司，在2個地點計畫建造共640萬瓩的設施，目前在辛克利角（Hinkley Point）有2部機組正在建造中。2013年9月，EDF公司與英國政府對發電的電力一定價格購買制度（Feed-in tariffs with Contracts for Difference，Fit-CfD），以及政府債務保證等支援政策取得合約，還有同樣計畫的中國核能發電企業資本亦參與其中。

日立公司屬下的哈立榮（Horizon）公司也在2個地點建造共600萬瓩的新設施，西班牙由伊比德羅拉（Iberdrola）民營跨國電器公司與法國GDF蘇伊士公司合併為新發電技術（New Gen Technology）公司，發表將在1處地點建造共360萬瓩機組的計畫。俄羅斯Rosatom由芬蘭企業接洽進而計畫參與英國核電事業。

中歐及東歐：興建中與計畫建造的機組共有8部

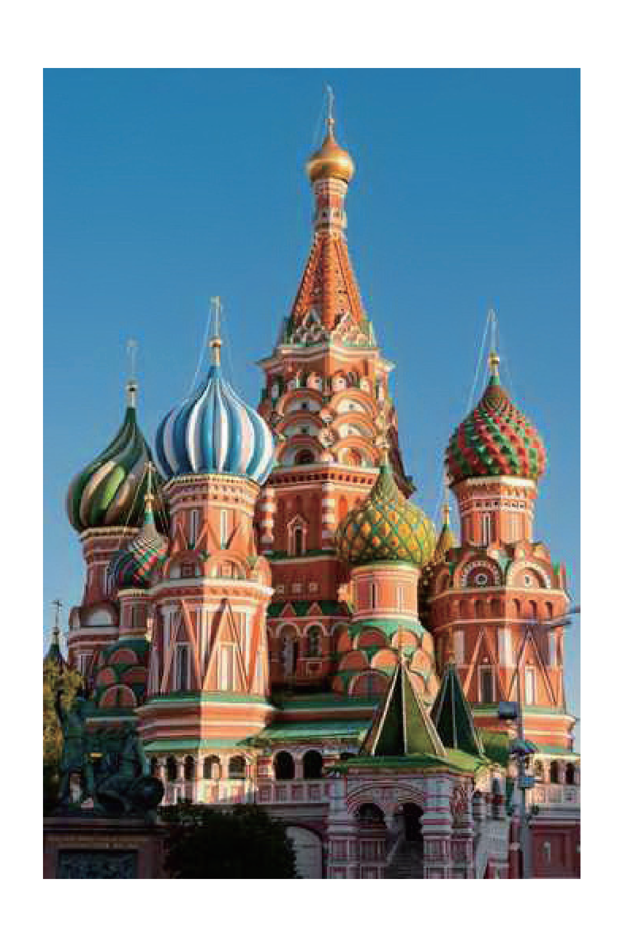
中歐和東歐雖然在資金上有調度的問題，但已做好的規劃甚多。斯洛伐克有2部共94萬瓩的機組正在建造，羅馬尼亞亦正興建3部共210萬瓩的機組。計畫建設的國家有捷克的2部共200萬瓩，以及立陶宛1部140萬瓩的機組，波蘭也打算在2030年以前於2處地點建造共300萬瓩的機組。

3. 美國

美國是世界核能發電的先驅，發電量也是世界第一，2010年為止共有104部機組運轉中，發電量共1億瓩，占美國發電量的20%。

1979年三哩島事故以來，興建新制機組由於反核運動以及電力需求的鈍化而停滯；但2000年之後由於電力需求增加，2005年政府對新制建設的財政支援制定法案，陸續准許電力公司申請興建新設施，核能發展再度進入軌道。2012年南方核能（Southern Nuclear）公司的2部機組以及來自南卡羅萊州的E&G公司的2部機組，政府已對他們的建設和運轉給予34年的建造許可。以上的4部機組已於2013年開始動工。

另一方面，頁岩油氣的增產使得天然氣價格降低，又因經濟發展緩慢使電力需求往下修正，起初送出18件，共28部機組



的許可申請，後來減少至8件，共13部機組。目前正在運轉中的機組因經濟發展遲緩的關係關閉4部機組。

4. 俄羅斯

俄羅斯於戰後就一直保有核電，於核電發展早期即開始著手開發。至2013年為止，就擁有33部機組，發電量共2,500萬瓩，為世界排名第4的核能發電國家。

俄羅斯同時也注重天然氣與火力發電，依照能源輸出政策，以及因應氣候變遷的問題，亦推動新制核電建設。目前共有11部、發電量共1,000萬瓩的機組在建設中，並計畫建設發電量總共1,800萬瓩的11部機組，為僅次於中國的核電大開發計畫。

福島事故後，當初的開發目標至2020年為5,320萬瓩，現已下修至4,343萬瓩，並實施石墨反應爐（LWGR）的新規制建設方案，繼續開發核電的方針不變。

而且，俄羅斯為了獲得外匯，積極輸出反應爐。對中歐及東歐的舊共產國家，以及中國、印度、伊朗、越南和土耳其等國家均有往來，最近開始與英國與芬蘭互動。

另一方面，位於獨立國協（CIS）的國家，烏克蘭原已擁有核電，白俄羅斯和哈薩克均計畫興建核電設施。

5. 亞洲

中國：世界最大核能發電計畫國

中國為了因應空氣污染和氣候變遷的問題，積極推動核能取代火力發電。從法國、俄羅斯、美國和日本引進反應爐技術，並以提高國內相關建設公司的技術能力為目標。

至2013年為止，共有15部、發電量1,300萬瓩的機組在運轉，核電占電力需求量的1%，是世界第9位核能發電國家。但是以新制建設的角度來看，中國是世界最大的核能開發計畫國家。正在興建的機組共有32部，發電量達3,500萬瓩，計畫中的機組共有23部，發電量共2,600萬瓩，總計55部機組，總發電量共6,100萬瓩，規模極大。2007年中國政府提出「核能發電中長期發展計畫」（於2012年

修正），2020年核電廠的發電量將提升至5,800萬瓩，建造中的發電量擴大為3,000萬瓩。因受福島事故影響，中國內陸核電廠建設計畫將凍結至2015年。

中國對海外擴展的意願甚強，政府將100萬瓩級的壓水式輕水反應爐完全國產化，和外國企業一樣以未來向國際市場輸出為目標。2013年9月在英國的法商EDF公司的新壓水式反應爐建設計畫，中國核電相關企業公司亦投入資金參與。

韓國：開發國內，同時也有意願向海外拓展

韓國為了因應氣候變遷以及減低對化石燃料的依賴，也積極地開發核電。至2013年共有22部機組，共計1,970萬瓩的核電廠在運轉，占發電量的31%。

福島事故後韓國於核電政策上並未做任何改變，至2013年為止已有發電量共520萬瓩的4部機組正在建造中，且計畫再建立5部機組，共700萬瓩，開發規模僅次於中國和俄羅斯。

韓國的「第1次國家能源基本計畫」（2008-2030年），為期30年間以核電占電力需求量的59%為目標。目前正在擬定第2次計畫，其開發目標正在討論中。

此外，韓國也向外輸出反應爐，2009年阿拉伯聯合大公國向韓國訂購第2代APR-1400反應爐，使韓國也躋身為反應爐輸出國家。政府政策促進官民合作，合力促成韓國成為核電輸出產業國家。今後將與約旦、越南和印度等國家擬定進一步的合作計畫。



印度：至2030年將開發6,300萬瓩發電量的核電廠

印度的大規模核電開發計畫僅次於中國，早期即有開發核電，但2013年，其擁有的沸水式反應爐（BWR）2部機組共32萬瓩，壓水式重水反應爐（PHWR）18部機組共446萬瓩，總計20部機組，發電量共478萬瓩，其實際規模很小，核電所占發電比例不超過3%。由於印度並未簽署「核不擴散條約（Nuclear Non-Proliferation Treaty，NNPT）」，無法從國外進口核燃料。

但2008年之後，印度獲得核相關物質輸入的許可，可進口輕水式反應爐的鈾燃料。因此印度開始擴大原來的開發計畫，2004年印度的核能發電機構擬定「電力成長策略」，將擴大核電開發。2022年為止將開發2,900萬瓩，至2032年為6,300萬瓩，2052年為2億7,500萬瓩，從現在起50年內最大將擴充6億5,000萬瓩的發電量。

此外，輸入的反應爐建設計畫也已具

體化。俄羅斯的Rosatom公司在古丹庫蘭（Kudankulam）核電廠有4部機組，加上其他地點總共有12部機組。法商AREVA公司在傑塔普（Jaitapur）核電廠打算建造6部EPR機組，美商公司將分別在2個位置興建：西屋電器公司的6部AP1000機組，以及奇異公司的4部進步型沸水式反應爐（ABWR）。

包括印度的國產反應爐，目前正在建設中的機組共有7部，發電量共530萬瓩，計畫中的有4部，總發電量也是530萬瓩。

其他：越南和孟加拉前途看好

越南預計在2030年設立14部機組，希望核電能占總發電量的10%。目前有2個建案正在進行中，一為俄羅斯將在寧順省福亭（Phuoc Dinh）核電廠興建2部機組，已在2014年準備動工；另外一個位於寧順省榮海（Vinh Hai）電廠的2部機組將由日本與越南共同建造。

再者，孟加拉也計畫進口俄羅斯2部機組，馬來西亞和泰國也在研究核電廠建設計畫。

6. 中東

阿拉伯聯合大公國為中東最早建立核電設施的國家

阿拉伯聯合大公國為中東導入核能發電的先驅，2009年決定購買韓國4部APR1400機組，其中2部在建設中，第1號機組預計於2017年開始運轉。

土耳其：興建俄羅斯進口的反應爐

土耳其也開始發展核能，由於經濟發展伴隨著能源（電力）需求大增。為了降低從國外輸入的電量，除了水力和燃煤電廠外亦積極開發核能發電。

目前有2個建案正進行中，其中1個在阿庫優（Akkuyu）設立俄羅斯新型PWR AES-2060反應爐，以建設-擁有-運轉（Build-Own-Operate，BOO）的方式進行，俄羅斯企業擁有設計、營建、資金調度和運轉等75%的所有權，其他由土耳其企業提供資金參與。2013年開始進行基礎工程，1號機預計於2019年開始運轉，其他則每隔一年逐個商轉。

而另外一個設立地點在西諾普（Sinop），其建案由日本三菱重工業和法國AREVA共同開發ATMEA（PWR110萬瓩），建立4部機組共440萬瓩。最初的2部機組計畫在2023-2024年間開始運轉，剩下的2部則在4年後才開始運轉。阿庫優電廠也一樣，以BOO方式，今後三菱重工、伊藤忠、法國GDF蘇伊士公司和土耳其發電公司EUAS，將會一同出資成立管理公司，出資比例土耳其預計占50%，日



本占30%，法國GDF蘇伊士占20%。

土耳其計畫至2030年核電將占電力需求比例的25%，西諾普的第3座機組（位於黑海沿岸的伊內阿達）的建案目前也在研討中。

沙烏地阿拉伯：化石燃料消耗量越來越高，產油國亦準備開發核電

沙烏地阿拉伯計畫在2030年前建立16部核電機組，各國核電相關公司均注意此事。2013年9月，日本東芝、西屋電器和美國電力公司，曾一起對沙國核電建設提出建案。阿拉伯聯合大公國和沙烏地阿拉伯等中東產油國有意願開發核電的最大原因，是因為產油國化石燃料的消耗將大幅提升，輸出的餘力將逐漸減少。

7. 其他

巴西：再度開發核能

巴西有備於將來化石燃料消耗的增加，打算開發化石燃料資源，同時亦推動核電的發展。至2030年為止，將有500萬瓩的建設，2013年11月即開始著手計畫。但由於資金困難，建設一度中斷的安哥拉（Angra）核電廠3號機，將重新開始動工，由法國AREVA公司承包。

核電發展的課題

由此可知，福島事故後有的國家決定「去核電」，有的則是計畫延期。但是，重要的課題首先是確保採用新規制的建設。核電建設需要巨額的資金，而天然氣燃料價格下降，使用天然氣發電的火力電廠競爭力提高，預估將來再生能源設施的設置花費會大幅降低。以英國為例，電力自由化體制下嚴峻的競爭環境中，國家在經濟上必需要有支援的措施。



第二是資金的調度問題，除了產油國擁有豐厚的資金外，興建核電廠為了調度巨額的資金，即使歐美等先進國家也需要政府的債務擔保，由反應爐製造公司和國外核電公司一同出資，參與主體建設。此外，資金欠缺的開發中國家，需要外來資金和國外核電公司的技術援助，如BOO方式等全面進行主體建設是不可或缺的。

第三是民眾接受程度，中歐、東歐、印度以及越南等新興國家或開發中國家都有反核活躍化的徵兆，對此必需尋求對策。

第四為放射性廢棄物的處置問題。以芬蘭為例，由於溝通得宜，國民和處置地點周圍的居民均同意高放射性廢棄物處置的地點興建新制設施。取得高放射性廢棄物的處置場址，就發展核能來說是不可欠缺的工程。

另外，就伊朗來說，核不擴散的問題尚存在，如果這個問題能解決，將會是核電開發的重要關鍵。未來各國開發核電的動向是值得關注的議題。

參考文獻：

東海邦博，“海外諸國の大半が原子力開発を継続”Energy Review January 2014: p.38-42.

4 位國際核工專家的一封信

因應氣候變遷 核能所扮演的角色

文．編輯室

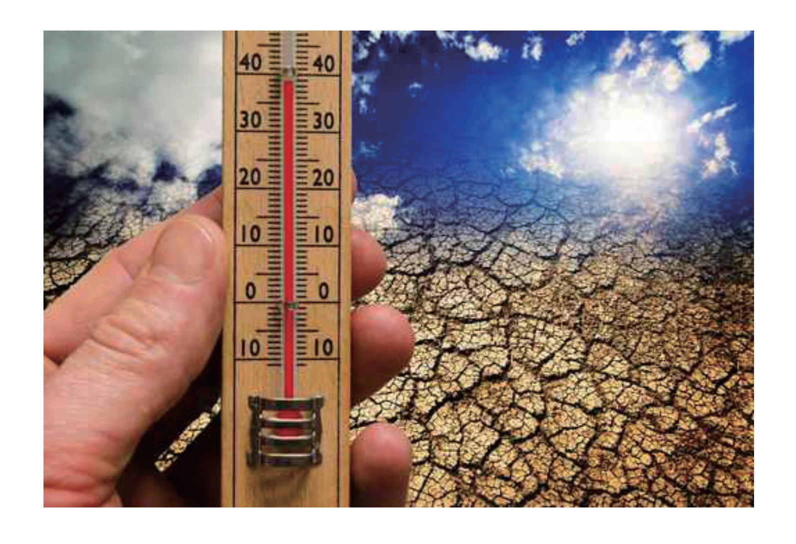
2013年11月17日4位國際知名氣候科學家發表了一封信，呼籲環保人士應將核能列為因應氣候變遷的重要選項，原文請見網址：https://plus.google.com/104173268819779064135/posts/Vs6Csiv1xYr。只要是認為必須減少化石燃料所排放二氧化碳的人，我們都要加入他們的行列。雖然太陽能、風力能解決一部分未來能源的需求，但是不穩定的特性意味著必須要在貯電技術上有重大突破，才能應付未來全球的電力需求。而核能可以安全、經濟、可靠的方式提供電力，補其他無碳能源的不足。

安全性

美國目前有100座核電機組正在運轉，提供將近20%的用電；全世界則有432座機組供應32個國家的電力。有16個國家因為使用核能獲得超過25%的電力，使地球減少二氧化碳排放的威脅。自第一座商用反應爐建造至今已經超過60年，全球核能工業累積超過14,500反應爐年的運轉經驗。

1979年的三哩島事故、1986年的車諾比事故、2011年的福島事故，這三大核子事故挑戰核能的安全紀錄。柯梅尼委員會（the Kemeny commission）指出，根據三哩島事故調查報告，對於健康的影響非常短暫，但是對於撤離與非撤離民眾都造成了壓力。這三大核子事故都沒有直接造成民眾死亡，只有車諾比事故因為輻射曝露造成28名工作人員死亡。而造成甲狀腺癌發病率增加的原因有兩項：政府當局未立即限制孩童飲用牛乳，以及管制乳製品的分銷配送。上述這些事故，對工作人員或其他受影響的民眾如果還有其他健康方面的傷害，大約是比一般民眾癌症死亡率略增3%-4%，幾乎測量不到。和其他發電技術如燃氣電廠發生的意外，以及燃煤電廠製造的嚴重污染所造成的重大死亡人數相比較，這種影響非常微小。

自1979年起，美國核電廠的運轉與安全紀錄呈現穩定的進步，時至今日，容量因數已經達到90%。三哩島之後，未再發生嚴重的核子事故，是因為從事故中記取前車之鑑的教訓。核電廠不斷升級，以



滿足日益嚴格的安全標準與核能工業的期望。就像2001年的911恐怖攻擊事件後，核能工業改良核電廠以因應各式各樣的恐怖攻擊狀況，包括飛機的撞擊。這些改良使核電廠無論是在提供電力或是冷卻水等重要系統都有可靠的供應，這種精進作業一直持續到現在，並添加許多額外的功能，以因應如福島這種極端天然災害。

核能是全世界最高管制等級的產業之一，在美國，核能管制委員會在每座機組內都派駐至少2名視察員，監督運轉與維護工作。核管會的工作人員會監控各電廠的表現，做成報告並放在網站上（www.nrc.gov）。這種監督提供美國民眾有關核電廠運轉安全的進一步保證。

成本

核電廠是一種長期投資，時間長達40-60年，大家普遍都認為成本高於燃氣與燃煤電廠；然而，長期來說核燃料價格比化石燃料更容易預測、易於掌控，因此核燃料價格對發電成本的影響不大。因此，對消費者而言，容易預測、成本變動小，就是核能最大的優勢。

2012年，現有核電廠的平均發電成本是每度2.4美分（約新台幣0.72元），比燃煤與燃氣發電要低。當然，有的核電廠成本高於這個數字，也有地區的燃氣成本比核能更低，最近就有2座核電廠因此而停機。由於地區性天然氣市場價格偏低會壓迫其他競爭電廠而導致關廠，不過整體來說，即使天然氣價格低廉，絕大部分的核電廠仍然具有競爭力。

新的進步型核電廠如美國研發的AP1000壓水式反應爐的投資成本，預計約70億美元，目前有4座核電廠在美國的喬治亞州與南加州興建中，預計於2017-2020年陸續商轉。儘管投資成本看起來很高，從長期估算下來，每度電只要8.4美分（約新台幣2.52元），比天然氣的每百萬熱單位（MMBtu）9.5美分（約新台幣2.85元）更有競爭力。以目前天然氣的價格來看，核電廠損益平衡的成本似乎比較高，但是核能穩定供電的特性就足以對沖掉天然氣未來漲價的風險，同時又免受電力中斷的威脅。這其中還未計入天然氣發電所製造的碳排放成本。

天然氣發電的成本變動非常大，2009年，在發現頁岩氣之前，歐洲的天然氣價格每百萬熱單位高達13美分（約新台幣3.9元），是現在美國本土價格（4美分）的3倍。如果美國成為天然氣主要出口國，美國天然氣的價格將漲到全球的水準，天然氣發電的成本也將隨之水漲船高。與化石燃料價格的脆弱性，以及再生

能源的高補貼又不穩定性相比，核能最重要的特色是便宜，還有供電大量且穩定。

放射性廢棄物處置

放射性廢棄物管理或處置經常被用做反對興建更多核電廠的理由，核廢料通常分為兩大類一低放射性廢棄物、用過核燃料（經常被稱為高放射性廢棄物）。美國的低放是在由聯邦與州政府核發執照的處置設施內進行處置與監控。不到300年，廢棄物中的放射性就會衰減成天然背景值。

用過核燃料放在核電廠內的水池內暫時貯存，之後再放進混凝土護箱內進行乾式貯存。因為核燃料在反應爐內第一次運轉後還存有許多有用的物質，有人認為用過核燃料可以經過再處理取出有用的材料，成為反應爐的燃料。法國以及許多國家的政策就是再處理用過核燃料，製造更多的燃料，而減少高放射性廢棄物的數量與長壽命放射性同位素的含量，處置時所遭遇的挑戰相對也減少很多。

早期根據1957年美國國家科學院的報告，不論是用過核燃料或是再處理後剩餘的廢棄物，都視為高放廢棄物，國際的共識是以地質處置。一個設計得當的處置場，能夠處理全美運轉中的反應爐產生的所有高放廢棄物。對於美國雅卡山處置場

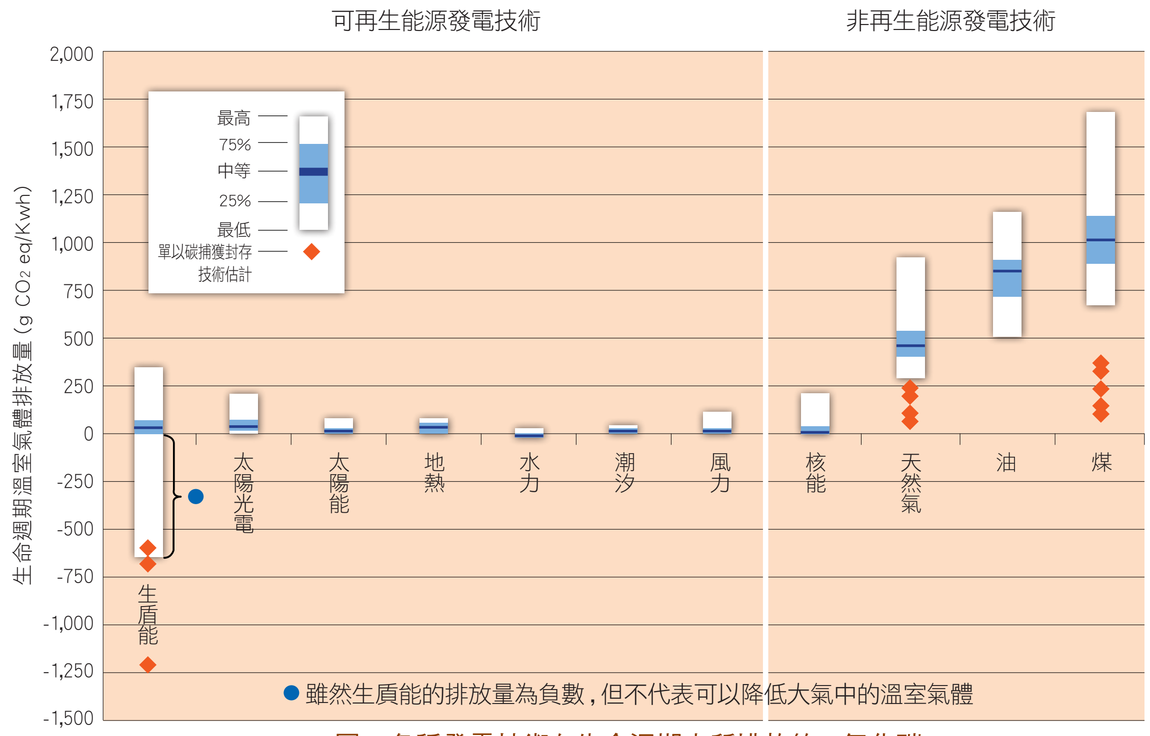


圖 1 各種發電技術在生命週期中所排放的二氧化碳

計畫的科學研究並沒有改變這種偏好，但是計畫夭折而成立了「藍絲帶委員會」。該委員會建議一個解決用過核燃料處置的方式一將所有用過核燃料集中進行中期貯存，在參議院內跨黨派合作進行廢棄物立法，達成「共識」來建造新處置場。已經有許多國家進行地質處置的程序，瑞典與芬蘭是全球之首，這兩個國家已經選定用過核燃料處置場址，進行細部設計。雖然尚未完成，但是他們的努力即將成功解決用過核燃料的問題；與此同時，新墨西哥州卡爾斯巴德（Carlsbad）附近的地質處置場處理防禦計畫所產生的超鈾廢棄物（高放廢棄物的一種型式），目前運作情況良好。



核子擴散的風險

因為濃縮和用過核燃料可用做核武的材料，因此核電有核子擴散的風險，目前是透過國際保防條約和監管計畫進行管控。未來經過技術的發展與研究可減少風險，現在開發出的改良型反應爐，將徹底限制民用核能的濃縮量需求；此外，再處理技術的開發，使生產出來的材料不適合作為武器使用。目前的輕水冷卻式反應爐，是大量應用於民用核能的類型，不容易被修改用來製作武器級鈽。

雖然製造核子武器的初期階段，可以用商用核電計畫當作煙霧彈，發展核武的所有國家，包括美國、法國、英國、俄羅斯、中國、印度、南非、巴基斯坦、朝鮮和以色列，通常已經先獨立完成商用核電計畫。另外，一個無賴的國家，就像北韓，明明可以發展核武，卻不願發展核子反應爐來生產電力。由於這些原因，我們不同意核子擴散的風險是反對民用核電廠的理由。實際上，已有普遍性的建議核電應繼續努力，適當地加強國際機制來控制擴散。

生命週期的碳排放

已經有許多研究針對各種發電技術在生命週期中排放二氧化碳的影響，在公平的基礎上進行比較，核能（包括採礦、建造、電力設施的運轉和除役各方面）的二氧化碳總體排放量被列為最低。從國際氣候變化委員會製作的圖1中可看出這種比較，顯示核能確實是「綠色」能源。

未來

今天，以成熟技術為基礎的先進輕水

反應爐已經運用在全世界，新的輕水反應爐設計也正在開發中，將提供進一步加強的安全性功能。此外，還有一些創新型反應爐正在開發，大多是小型模組化反應爐的應用。不僅用水，同時也用氦氣、熔融鹽、液態金屬作為冷卻劑，在提高安全性能的基礎上再加強安全的特性。類似這樣的設計一高溫礫石床氦冷卻的氣體反應爐正在中國建造，可生產200百萬瓦的電力。

結論

全球的能源需求龐大且不斷增加，可是仍有10億人完全無電可用，電力絕對可以改善他們的生活品質。核能與其他清潔能源提供了大量、潔淨、安全的電力，以永續經營的方式滿足全球的電力需求。我們讚賞並支持本信所引用的原信作者一卡爾代拉（Caldeira）、伊曼紐爾（Emanuel）、漢森（Hansen）和威格利（Wigley），這些氣候學家們的努力，為全世界的環境與社會政策領導人帶來「我們需要核電」的這個議題。

Andrew C. Kadak
美國核能學會前理事長、美國核廢料技術審查委員會成員

Richard A. Meserve
美國卡內基科學研究所所長、美國核能管制委員會前主席

Neil E. Todreas
韓國電力公司名譽教授、
麻省理工學院核子科學與工程學系前主任

Richard Wilson
馬林克羅特（Mallinckrodt）物理學研究名譽教授、
哈佛大學物理系前主任

如果想和我們直接聯繫，請利用下列電子信箱及電話：

Andrew Kadak, kadak@earthlink.net, +1(401)465-4325

Richard Meserve, rmeserve@carnegiescience.edu, +1(202)387-6404

Neil Todreas, todreas@mit.edu, +1(617)253-5296

Richard Wilson, wilson5@fas.harvard.edu, +1(617)495-3387

（Andrew C. Kadak, Richard A. Meserve, Neil E. Todreas, Richard Wilson, January 22, 2014）

朝野兩大黨能源政策的比較與檢討

文・江仁台

中華民國的國家能源政策，關係到台灣的經濟、環保和國家競爭力，本文就美華核能協會（美華核協）的立場，對台灣朝野兩大黨的能源政策加以比較與檢討。

執政國民黨的能源政策

據報載，2013年12月26日馬英九總統上午接見旅美核能專家「美華核能協會」會長江仁台等一行，與訪賓就核能安全及再生能源等議題廣泛交換意見。總統致詞時首先表示，兩年前日本發生福島核災時，他正競選總統連任，即提出「確保核安、穩健減核、打造綠能低碳環境、逐步邁向非核家園」的能源發展願景。而「非核家園」亦是我國《環境基本法》規定的目標，但在逐步達成之前，「必須務實評估我們有多少條件可以做到」。



針對全球核電發展趨勢，總統指出，福島核災喚起世界各國對核能安全的高度重視，也有少數國家轉而採取減核政策，例如德國關掉8座核電廠，並決定在2022年全面廢核；瑞士及比利時亦決定逐年廢核，但廢核政策並未成為世界趨勢。

總統進一步說明，美國、俄羅斯及日本等曾經發生過核災的國家，皆於事後繼續發展或使用核能。以日本為例，福島核災後，該國陸續暫停核電機組運轉，並大量從國外進口天然氣，結果出現30年來罕見的貿易逆差，電價也大幅上揚，因此，安倍晉三首相上任後即扭轉相關政策，目前已逐步恢復核能使用；而沙烏地阿拉伯及阿拉伯聯合大公國等產油國亦計畫興建核電廠。此外，

重視發展再生能源的歐洲國家，例如瑞典、英國及西班牙都決定繼續發展核能。

談及我國能源政策，總統表示，台灣98%的能源仰賴進口，就能源自主性與多元化的角度而言，「任何一種能源都不能輕言放棄」。他上任之後，政府通過《再生能源發展條例》，在太陽能方面，我國裝置容量較過去增加34倍，目前全台亦有314台風力發電機，希望能達到「千架海陸風力機」及「陽光屋頂百萬座」的目標，以提升再生能源的發電能量。然而，風力及太陽能屬「間歇性」（intermittent）發電，有其先天的侷限，無法像火力或核能扮演基載電力的角色。

總統進一步指出，我國政府在福島事故發生後，大幅增加核電廠的防護能力，包括興建增高2.5公尺的防海嘯牆，以及「斷然處置措施」等。以核四廠建廠時即設置的生水池為例，該裝置在危急階段不需電力即可啟動，能有效發揮冷卻功能，日本國際趨勢分析大師大前研一（Kenichi Ohmae）博士來台參訪時亦肯定此一裝置，足證政府確保核能安全的努力與決心。

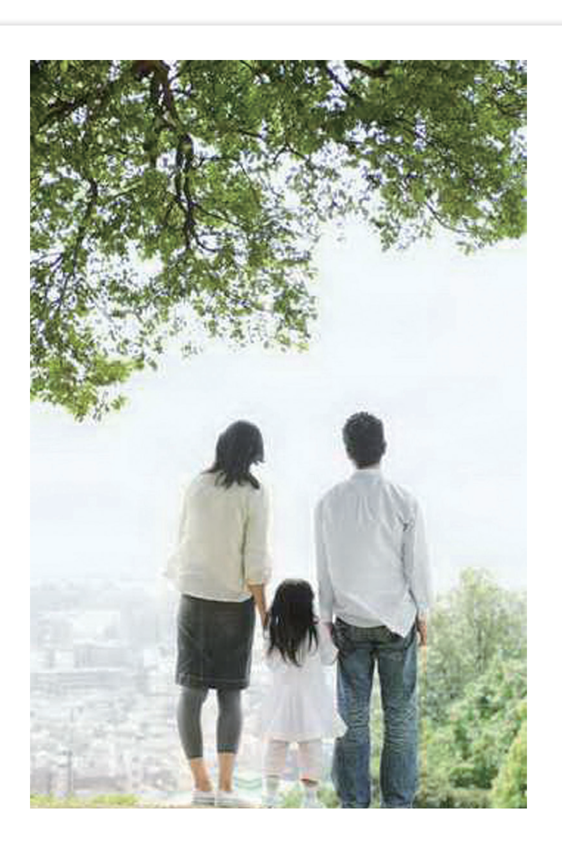
總統也提到，行政院於去年2月提出「核四停建公民投票」案，送交立法院後，因各界仍有不同意見，目前該案被暫時擱置，核四仍持續興建；針對此一議題，政府也希望與社會大眾進行更科學與理性的溝通，讓國人瞭解我國的能源發展選項，以凝聚共識。

最後，總統表示，近來他接見許多來自世界各國的核能專家，包括「世界核能協會」秘書長阿格尼塔·瑞新（Agneta Rising）。她舉瑞典為例指出，該國曾決議全面廢核，但考量減碳的效益與目標，目前仍持續興建核電廠；此外，「英國核能工業協會」執行長基斯·派克（Keith Parker）亦表示，該國政府花費長時間與民眾溝通，強調節能減碳的重要性可能超過廢核。尤其台灣缺乏天然資源，更要務實地考量，找出符合我們需求的能源選項，期盼與會專家此次返國，能就核能議題提供專業意見，做為政府施政參考。

在野民進黨的能源政策

據報載，民進黨智庫2014年3月6日發表「新能源政策」，指出台灣綠色能源使用率低，對環境生態與國民健康造成危害，導致台灣隨時壟罩於核能災害風險中，以人類目前科技而言，根本沒有絕對安全的核電廠。民進黨主席蘇貞昌痛批，我國整體能源政策目標錯亂，既拖垮產業也拖垮民生。

蘇貞昌表示，台灣再生能源豐富，民進黨對未來台灣的能源願景可用「25-20-20」來表達，即「到2025年，台灣的綠色能源發電量占總發電量的比率達20%，並創造20萬個綠領就業機會」。他強調，綠色能源可帶動綠



色經濟發展，更是台灣脫困關鍵。他說，台灣的能源政策「非變不可」，且台灣也有變的條件，沒有做不到，只有做或不做！

至於如何推動「非核家園」，蘇貞昌強調，應立即停建核四廠，現有3座核電廠也不延役，並落實核電廠安全監督，強化核災緊急應變機制。蘇貞昌也打趣地說，「讀聖賢書，所學何事？讀聖賢書，就是要『終結核四』」。以下就兩黨能源政策的比較：

兩黨能源政策的比較

執政國民黨的能源政策是：

1. 確保核安、穩健減核、打造綠能低碳環境、逐步邁向「非核家園」的能源發展願景，但在逐步達成之前，必須務實評估台灣有多少條件可以做到。
2. 就能源自主性與多元化的角度而言，任何一種能源都不能輕言放棄。
3. 風力或太陽能屬「間歇性」發電，有其先天的侷限，無法像火力或核能扮演基載電力的角色。
4. 節能減碳的重要性超過廢核，核四仍應持續興建，大幅增加核電廠的防護能力。

在野民進黨的能源政策是：

1. 推動「非核家園」，立即停建核四廠，現有3座核電廠不延役，落實核電廠安全監督，強化核災緊急應變機制。
2. 能源願景為「25-20-20」，即「到2025年，台灣的綠色能源發電量占總發電量的比率達20%，並創造20萬個綠領就業機會」。

兩黨的能源政策共同處是推動「非核家園」，落實核電廠安全監督，強化核災緊急應變機制。兩黨的能源政策不同處是：

1. 國民黨認為節能減碳的重要性超過廢核，仍應持續興建核四。民進黨主張立即停建核四廠，現有3座核電廠不延役。
2. 國民黨認為風力或太陽能屬「間歇性」發電，有其先天的侷限，無法像火力或核能扮演基載電力的角色。民進黨的願景為「到2025年，台灣的綠

色能源發電量占總發電量的比率達20%」。

台灣能源政策的檢討

美華核協指出，美國在三哩島事故後，初期民間反核聲浪很高，但經核電工業界30多年共同努力下，核能安全大幅改善，民間反核聲浪漸平息。即使在最近發生福島嚴重事故後，美國核電運作一切如常。核電廠提昇功率及延役，成本很低，103台運轉中機組，已核准增加功率及延役76台。

受「非核家園」思維的影響，台灣目前核一、核二和核三廠所有的6部機組計畫在運轉發電40年後，全部不再延役。技術上，各機組延役20年的商業運轉毫無問題。不再延役，完全是為了達成「非核家園」的政治決策。若延役20年以6部機組平均每年發400億度電估計，可以替台灣額外創造至少2兆新台幣的利益。

美華核協分析了世界強國能源策略的走向，認為不可能有「放棄核電」的這個選項。太陽能、風能等各類再生能源，實際應用上各有它們的先天限制，最勉強只能做到輔助的角色。德國表面上是決定了「非核家園」的政策，但可以從鄰國輸入不足的用電量，又受到俄國的特別照顧，輸入廉價的燃油和天然氣。作為海島經濟體的台灣，沒有放棄核電的條件。

美華核協認為福島電廠被海嘯損害了安全設備，引起核子事故，主要原因是運轉員在第一時間沒有引進海水用以冷卻爐心。沒有採取這項措施，是因為日本核電業界大部分不瞭解核電大事故的嚴重性，而缺乏此項應變的能力。美華核協詳細研讀了日本下議院調查福島事故報告，其結論清楚指明，起因不是地震和海嘯，完全是人為的失誤。

美華核協認為民國91年公布的「環境基本法」第23條文：「政府應訂定計畫，逐步達成非核家園目標…」明顯已過時。建議「環境基本法」第23條文應改為：「政府應執行知核計畫，維持合理比例的核能發電，減少火力發電二氧化碳的排放量，以保護環境，降低氣候變壞的風險。」

美華核協能源政策的主張是：

1.就核電安全、經濟發展和環保減碳三方面綜合考量，在加強核電安全監督的原則下，宜參照美國的能源與環保多元化，理智而且負責的維持適度的核能發電。

2.將國家的核電政策目標，由「非核家園」改為「知核家園」，讓龍門核電廠早日商轉，並將核一、核二和核三廠延壽20年的商轉，以提高台灣的競爭力。

（本文作者為美華核能協會會長）



龍門電廠
即將進行試運轉

文・編輯室

依照台灣經濟部的聲明，核四龍門電廠可能在今年底或明年初開始試運轉。

根據台灣電子時報（Digitimes）報導，經濟部表示：龍門電廠將會在4月前完成一批系統測試，6月底前會結束詳盡完整的檢測，預計9月就會開始放入核燃料。這同時也代表核四廠將於2014年底或2015年初開始正式商轉。

位於台灣北部的核四廠內2個進步型沸水式反應爐有著一波三折的過去，1號機於16年前1998年1月10日開始動工，台灣電力公司最初的計畫是為了保障單一承包商能負責整個機組的採購及施工過程，但最後並沒有成功，合約反而被拆散，反應爐、渦輪機和剩餘的工程分別由通用電氣（GE）、三菱（Mitsubishi）以及其他承包商接下。2011年行政院原子能委員會曾針對此提出批評。

當核四廠2座反應爐在差不多完成1/3工程的時候，新內閣廢除了核四建案，造成了費時一年的延宕，一直到政府決議繼續施工才得以終結。因為這段停滯加上管理及工程上的問題，造成預估成本不斷地上升。2013年時，對於「核四廠的未來要不要舉行公民投票表決」這個議題，在執政黨與在野黨之間無止盡的爭吵下沒有下



文。

核四廠開始運轉後，每座機組將會生產1,350兆瓦的電力，也將提高台灣核能發電所占的比例至20%（目前為6個反應爐，占台灣發電總量的17%）。根據目前的能源政策，這些機組只有40年的壽命，同時這也意味著台灣最早的核電廠──金山核一廠，將會在2018或2019年除役。

資料來源：
http://www.world-nuclear-news.org/NN-Commissioning-approaches-for-Lungmen-1001141.html

美國管制機構 批准核電廠提高功率

文．編輯室

美國核能管制委員會（Nuclear Regulatory Commission，NRC）已准許美國5座核反應爐功率提昇，此舉將會替美國電網貢獻將近100百萬瓦的核電容量。

美國電力業者龍頭艾塞龍核能發電公司（Exelon Corporation）位於美國伊利諾州的布來塢（Braidwood）和拜倫（Byron）核電廠，以及DTE能源公司（DTE Energy Co.）位於密西根州的費米（Enrico Fermi）核電廠，都已裝設能更準確量測反應爐冷卻水流量的飼水流量計，使電廠的供電量成功增加1.6%。

透過更先進而精準的技術來計算反應爐熱功率，可在不影響原有安全標準下，使用部分原先反應爐設計時為熱功率計算不準度所保留的餘裕，進而提昇核電廠發電功率，這就是所謂的核電廠小幅度功率提昇（measurement uncertainty recapture power uprates，簡稱MUR計畫）。這類功率提昇須換裝使用「能更精準測量反應爐冷卻水流量及計算反應爐熱功率」的量測設施，通常可以增加最多2%的發電量。



▲位於美國伊利諾州的拜倫核電廠（攝影：艾塞龍核能發電公司）

功率提昇（Power Uprates）
除了小幅度功率提昇外，中幅度功率提昇（Stretch Power Uprates），即是在核電廠沒有重大設備改善或換新的情況下，透過重新檢討並利用電廠設計時所保留之過多運轉餘裕來達成，功率最高可提升 7%；而大幅度功率提昇（Extended Power Uprates）則是透過改善或換新廠內部分重要系統的關鍵設備，例如高壓汽機、凝結水泵與馬達、主發電機，以及變壓器等來達成。最多可提升電廠高達 20%的發電能力。

費米核電廠位於美國密西根州，只有單一組沸水反應爐，DTE能源公司計畫在該機組目前的停機更換燃料期間，執行功率提昇計畫，完成後將會使機組的發電能力從1,179百萬瓦增加至1,198百萬瓦。

艾塞龍核電公司打算在2014年2月期間，對位於伊利諾州的布來塢核電廠及拜倫核電廠執行功率提昇計畫。這2個核電廠都是由2組壓水式反應爐組成，核管會表示：執行功率提昇將會使這2個核電廠的發電量，從2,350百萬瓦增加至2,390百萬瓦。

包含拜倫、布來塢和費米3座核電廠在內，核管會自1977年起總共已核准約7,036百萬瓦的功率提昇計畫，還有約825百萬瓦的功率提昇計畫申請正在審核中，核管會估計今年還會再收到2個能增加39百萬瓦電力的小幅度功率提昇申請。

由於「飼水流量」是核能機組計算反應爐熱功率最主要的參數，與反應爐熱功率形成正比例的關係。近來發展出的「超音波飼水流量計」，相較於傳統形式的流量計，更能精確測量飼水流量及反應爐熱功率。

小幅度功率提昇就是利用加裝這類先進的超音波飼水流量計，可掌握以往因保守作法而未被善加利用的系統運轉餘裕空間。經過審慎分析安全文件並獲得核能管制機構核准之後，在原本的設計規範下適度提昇功率，以增加發電量。

核電廠施行小幅度功率提昇之後，所增加的發電量，對於溫室氣體減量以及發電燃料成本降低有顯著的效益。

因此，如果能在現有基礎上，進行核電機組的功率提昇，以提高發電功率、增加發電量，是最能兼具安全、經濟、效益以及環保的作法。

資料來源：http://www.world-nuclear-news.org/C-Regulator-approves-US-plant-uprates-1102147.html

美國核管會為核電廠延役60年 準備好了

文・編輯室

從2017年起，美國核電公司可以開始向核能管制委員會（NRC）申請機組運轉超過60年的許可，核管會工作人員說，他們正在為此做準備。

根據1954年修訂的原子能法，美國核管會可以核發反應爐的運轉許可達40年。原來的40年期間，是為了資本攤提，更甚於反應爐設計的運轉壽命。根據法規，只要確認反應爐的安全，核管會就可以核准再繼續運轉20年，可以延長多少次則沒有任何限制。

2000年3月，核管會首次發出超過40年延役運轉執照，是給卡爾弗特克利弗（Calvert Cliffs）核電廠。美國現有100座反應爐正在運轉，核管會迄今已更新了72座機組的營業執照，目前正在審查另外18座機組的申請。截至2013年年底，有20座反應爐已進入40-60年之間的延長運轉期。

核管會人員表示，「根據與核工業界的討論，工作人員認為後續執照更新的第一個申請案可能會早在2017年提出。」

核管會委員被告知，「支持這項申請案，核電業者必須提供技術所需的基礎，以及研究與工程動態，來證明可以長期的運轉。」運轉執照更新60年，表示有許多中壽命期（mid-life）設備重大的整修，例如更換蒸汽產生器和儀表與控制系統的升級。



▲卡爾弗特克利弗核電廠（攝影：美國核能管制委員會）

核管會工作人員認為，現有的流程與管理規定能健全並且支持後續的執照更新。然而，他們「為了讓審查過程更容易掌握，確定現有的許多規則應該要修改。」

為在2017年時能讓更多民眾準備好參與申請案，工作人員要求委員會同意在近期內即開始制訂規則。事先修改現有的執照更新規定，將可確保老化管理行動能有效率的進行；在一開始就定義出執照更新的需求，可展現清晰明確、透明化、穩定又有效率的管制工作，而不是在審查過程中依個案討論。

資料來源：

http://www.world-nuclear-news.org/RS-Preparing-for-licensing-beyond-60-years-2402144.html



日本核能產業徵才活動反應熱烈

文．編輯室

大阪和東京分別在2013年12月22日與2014年1月12日，舉辦核能產業聯合說明會，眾多對日本核能產業界有興趣的學生出席參加。這兩場「2015年核能產業說明會」主要是針對即將在2015年3月畢業的學生舉辦。

大阪場總共有15個企業機構出席說明會提供諮詢，東京場則有22個，各單位的代表向會場學生詳細說明其工作性質。因2011年發生的福島事故，使出席人數大幅減少，但是今年兩場說明會的參加人數從去年的388人上升至420人。

為了增加出席學生對核能產業界的了解，各企業機構代表貼出簡報，口頭對學生做出說明，也有大學教授對學生解說目前地球需面對的能源議題，也分享剛進入核能產業界工作時的經驗。同時，會場還貼出有關能源和輻射的海報，讓出席學生對核能以及輻射有更深入的了解。

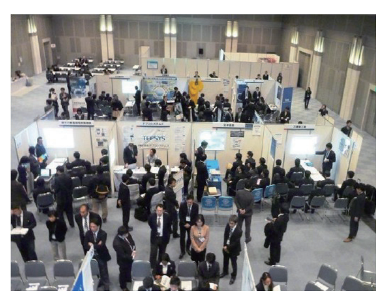
說明會結束後，部分參與會議的學生對核能產業持有非常正面的評價。其中一名學生表示：「在一個地方就能聽到核能產業界這麼多專家的意見，真的受益良多。」另一名學生說：「我也想為福島事故後的重建工作做些貢獻。」同時，出席說明會的業界人士也做了各種評論，其中一名說：「出席人數眾多使我們很激動，尤其是看到說明會當時擁擠到只能用站的。」另外一名業界人士表示：「我一直很擔心不會有那麼多學生出席這次的研討會，但之後發現根本沒有必要。」

而出席說明會的核能產業企業對僱用積極性高的學生抱有非常高的期待。

資料來源：http://www.jaif.or.jp/english/news_images/pdf/ENGNEWS01_1390207243P.pdf



▲大阪場說明會



▲東京場說明會

車諾比電廠即將進行除役

文‧編輯室

在烏克蘭當局批准同意車諾比核電廠1至3號機進入保養及維修狀態後，除役的作業即將在短期內開始進行。

經烏克蘭國營企業Ukrderzhbudekspertiza調查確認，車諾比核電廠將最終關閉封存所有機組，是依據所有規範及法律規定。

促使這3座機組進入「封存」狀態的準備工作，將從2014年開始至2028年分6階段實行。第一階段是翻新火災防護體系的供水系統，第二階段包含拆除壓力管線和操控裝置，以及1至3號機的防護管道。接下來1號機和2號機的反應爐將進入不受干擾的保養及維修狀態，使剩餘的放射性自然衰減。在第4階段中將會翻新1號及2號機反應爐大廳屋頂，同時拆除燃料處理器。再來輪到3號機進入保存狀態，翻新3號機反應爐大廳屋頂和拆除燃料處理器，是最後的第5及第6階段。

車諾比核電廠的操作人員指出，會做出這個決定的最終目的，是使車諾比電廠的1至3號組進入「保證安全、放射性物質儲存量以及游離輻射來源都在可控制的狀態」，但此方案預估將會使成本超過3億8,500萬烏克蘭幣（UAH），相當於4,300萬美金。

電廠操作人員同時也說，當局對此方案的批准使他們取得執照去作業，開始機組除役的工作。



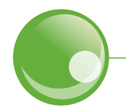
▲車諾比核電廠（攝影：ChNPP）

在2028至2046年這段時間內，將會把汙染最嚴重的設備零件從機組上移除，反應爐本身將會在2046至2064年間拆除。

1986年4月26日，車諾比電廠在電源失控的情況下遭遇歷史上最慘重的核能事故，導致4號反應爐損毀，當時摧毀反應爐的氫爆也使爐內的核燃料棒直接曝露在空氣中。然而剩下的3組反應爐機組對於烏克蘭的用電需求極為重要，當時還繼續運轉了幾年，一直到1991年2號機才停止運轉，1號機與3號機分別於1996年及2000年停機。

1至3號機的除役工作將會不同於4號機的除役作業，預計將需要更長久的時間才能完成。

資料來源：http://www.world-nuclear-news.org/WR-Decommissioning-of-Chernobyl-units-approches-1902144.html



福島污水儲存槽滿溢而出

文・編輯室

有項調查正在探究福島第一核電廠的污水儲存槽為什麼會溢出，造成部分的放射性污水外漏。東京電力公司（Tepco）發言人表示，漏水的位置離海洋很遠，應該不太可能流入海中，且清理的作業正在進行。

東京電力公司表示，在2月19日午夜之前，電廠工人發現有放射性污水從電廠其中一個污水儲存槽中溢出。污水儲存槽是用來放置冷卻受損反應爐過程中遭汙染的輻射水，雖然這些污水已經通過銫去除設施，但其他的β（貝他）放射性核種尚未被去除，這些汙水也還沒經過海水淡化廠的處理。

東電指出，污水儲存槽出現溢水的狀況，是因為水管中的水從處理設施至儲存槽有不正常的流動現象。東電原本以為，3座沿著管道的閥門中有2座呈現不當開啟的狀態，第3座閥門雖然有關閉但並未發生作用。部分污水從儲存槽中溢出至周圍的堤防，剩餘的污水則沿著雨水排水管流入堤防外的地底下。位於排水管內的放射性污水的β輻射數據是2億3,000萬貝克，而在堤防內的污水β輻射為300萬貝克。



▲正在清理溢出來的放射性污水（攝影：東京電力公司）

然而，東電之後做出更正：放射性污水本來應該是要流入核電廠內不同區域的污水儲存槽，但是通向各區域管道內的閥門被發現是關閉的狀態，而那些導致污水儲存槽溢出的閥門是開著的，東電目前還在調查閥門呈現此異常狀態的原因。

電廠工作人員花了將近6小時關上閥門止住儲存槽漏水，以及降低槽中污水容量。估計這次有100噸的污水，相當於一個30多公尺乘3公尺的積水量從污水儲存槽漏出，在堤防外形成相鄰的池塘。

東電強調，因漏水位置離海洋大約有700公尺，並沒有路徑讓污水能從此處流入海中，東電也立即開始清除溢出的污水，以及被污水滲透的土壤。根據調查顯示，電廠內所有的污水儲存槽總共貯存了大約34萬噸的污水，但其他儲存槽並無如此溢出現象。

東京電力公司董事兼執行副總裁相澤善吾（Zengo Aizawa）表示：我們將會進行徹底的調查，並決定必須採取哪些額外的步驟，來防止將來任何類似的情況發生，以及進一步加強污水儲存管理，這也表示對於污水儲存這個議題，我們需要一個永久的解決辦法。」

資料來源：

http://www.world-nuclear-news.org/RS-Fukushima-water-storage-tank-overflows-2102144.html

低放射性廢棄物的處置與選址

文・編輯室

什麼是低放射性廢棄物？

A 核電廠內的放射性廢棄物和一般廢棄物一樣，像工具、衣服、金屬片、塑膠、樹脂、殘渣，只是它沾染了放射性物質，可能會危害健康及環境，因此不能像一般廢棄物一樣處理，必須特別處理與貯存，放在有專人監管的設施內，直到輻射強度衰減到對人的健康及環境沒有危險為止。

放射性廢棄物的輻射強度會隨時間而減少，圖1所示為低放射性廢棄物產生後，其輻射強度隨時間衰減的情況。

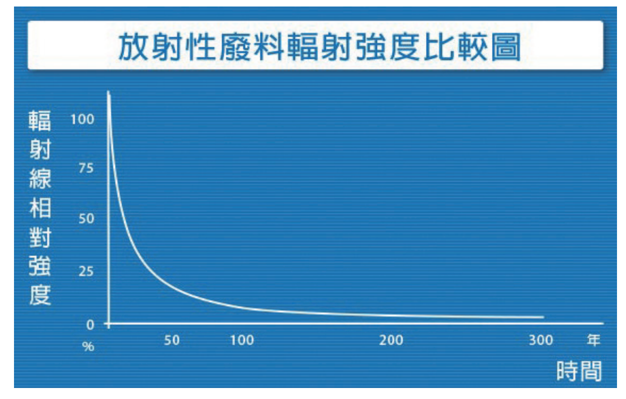


圖 1 低放射性廢棄物輻射強度隨時間衰減的情形

低放射性廢棄物要如何處理？

A 核電廠所產生的低放射性廢棄物，經過焚化、壓縮或固化處理後，再以鍍鋅鋼桶盛裝，貯存於核電廠的廢棄物貯存庫內。等到最終處置場選址、興建完成後再送往處置，與人類生活環境永久隔離，因此不會對環境造成輻射問題。




圖 2 圖 3 台電公司核電廠低放射性廢棄物固化裝桶情形




圖 4 台電公司減容中心焚化爐，圖 5 台電公司減容中心超高壓壓縮機



圖 6 現代化廢棄物貯存庫廢棄物桶堆疊貯存的情形

Q 我們為什麼需要低放最終處置場？

A 低放射性廢棄物處理，國際上早已有成熟的經驗技術，因此目前技術上沒有問題，並且國內也有適合的地質可做為最終處置場。

除了核電廠會產生低放射性廢棄物，其他包括醫學、研究、工業等方面，也都會產生低放射性廢棄物，因此我們需要一個最終處置場。

Q 最終處置場有甚麼安全防護的設計？

A 低放射性廢棄物最終處置場的設計，世界各國都採用「多重障壁」的概念，也就是利用多重的防護措施，將放射性廢棄物隔絕於人類生活環境之外。

1.固化體障壁：將廢棄物與固化劑混合固化，使放射性核種被緊密地侷限在固化劑中不易移動。
2.廢棄物容器障壁：在容器的有效壽命內，具有隔絕廢棄物固化體與外部滲流水接觸的功能。
3.工程設施障壁：用來堆置廢棄物容器的工程結構物，具有長期隔絕廢棄物容器與外部滲流水接觸的功能。
4.填充材料障壁：填充材料具備低滲透性及高吸附等特性，可使外部滲流水不會輕易入侵到工程設施內。即使外部滲流

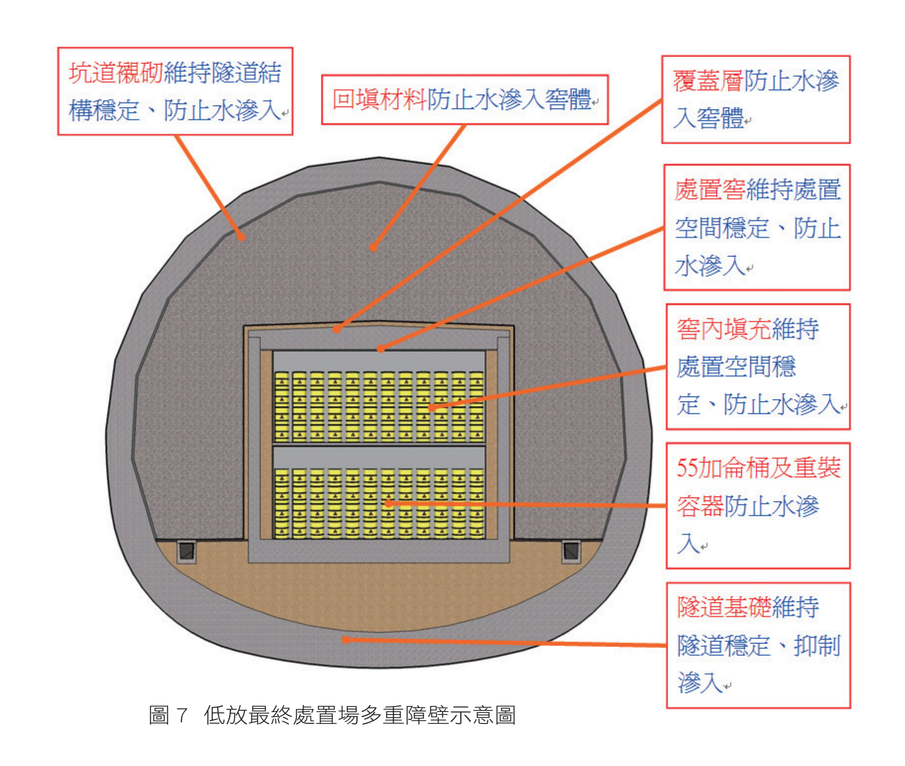


圖 7　低放最終處置場多重障壁示意圖

水與廢棄物接觸，放射性核種仍會被填充材料緊密的吸附住，而不易外移。

5.排水設施障壁：在處置區域周圍有完善的排水系統，使滲流水在未進入填充材料障壁前就被排水系統隔絕。

6.天然障壁：利用處置場附近優良的地質條件，萬一有極微量的放射性核種外洩，也可被吸附，使放射性衰減到無害的程度。

Q 我國已經有適合作為最終處置場的地點嗎？

A 依據「低放射性廢棄物最終處置設施場址設置條例」規定，經濟部已於101年7月核定並公告台東縣達仁鄉及金門縣鄉為建議候選場址，如果經過地方性公民投票通過，預定約需3年完成環境影響評估作業，再以5年施工建造，並取得運轉執照後即可正式啟用。

待最終處置場選址確定後，台電公司會協助當地規劃未來願景，朝向促進當地就業、觀光及產業方向發展。

Q 台電公司會如何協助當地規劃未來願景？

A 以烏坵為例，依據台電公司委託金門大學執行的「金門縣烏坵鄉地方遠景規劃」，建議未來若在此興建最終處置場，應採取的作為：

1.建立必要的交通基礎建設：

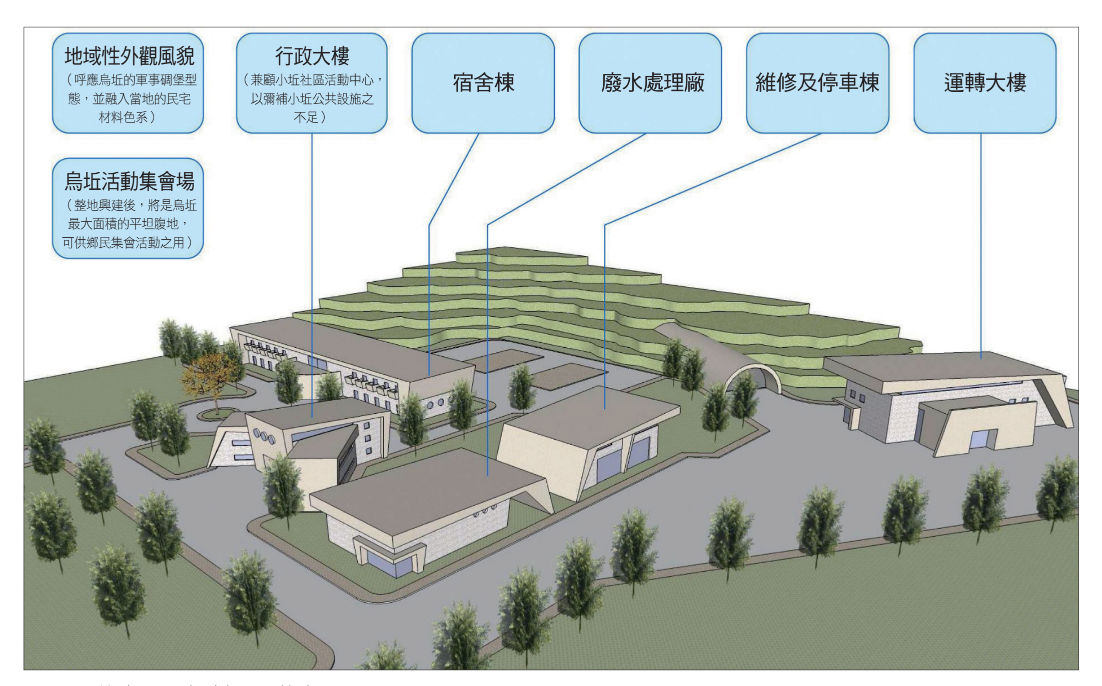


圖 8 最終處置場規劃配置草案

（1）爭取建設碼頭，方便烏坵民眾返鄉探親。

（2）便捷化烏坵至金門與台灣之間的返鄉規劃。

2.加強社會福利措施：

（1）補助當地民眾修繕房屋。

（2）補助烏坵子弟免費就學。

（3）補助民眾在台灣地區購屋。

3.保留人文資源：

（1）傳統廟宇建築修繕整建。

（2）配合紫菜採收及漁村聚落生活特色，建築與聚落應有廣場與公共空間。

（3）漁村歷史、戰地歷史紀念展空間的規劃。



4.引進觀光資源：

（1）適度開發與規劃來保存烏坵鄉民的根源以及精神。

（2）設定特定市場區隔來規劃觀光活動。

5.建立具代表性的聚落：

（1）保留部分傳統建築、軍事建築作為大小坵的歷史文化展覽與紀念用。

（2）配合新建社區，危險住屋拆除改建。

（3）依據地形、地貌，保留漁村與軍事地景，配合觀光化發展需求規劃步道、公共設施，連結聚落景點與文化資源。

6.土地及空間規劃遠景：

（1）協調國防部及國有財產局釋出部分土地，做為當地居民的生活發展用地。

（2）請行政院協調國防部，比照金門、馬祖的情形，將居民生活區排除於「要塞堡壘地帶法」的管制範圍。

（3）於大、小坵上分別擇址評估新社區的闢建。盡可能位於島的南側以避風，並靠近故居舊址及既有的公共設施，以延續熟悉的生活場所感。

（4）修繕整建故居，釐清私有土地的所有權人，取得各所有權人整合同意後進行。

核能新聞

文・編輯室

國外新聞

烏克蘭禁運 TVEL 仍謹守供應核燃料的承諾

俄羅斯核燃料公司TVEL表示，儘管烏克蘭下令禁止利用其橫跨全國的鐵路網運送核燃料循環的產品，仍將履行承諾供應核燃料給外國的核電廠。

俄羅斯國營企業Rosatom集團今天在一份聲明中表示，鐵路禁令是於2014年1月28日在首都基輔爆發反政府抗議活動之後，由烏克蘭國家核能監管機構實施。Rosatom集團說，TVEL是其附屬公司之一，可以使用其他經過許可的運輸模式，如空運提供核燃料。Rosatom集團表示將繼續與所有外國合作夥伴進行「常規性工作」，他們能理解運輸路線或方法可能有所變動。

Rosatom集團下週將有一批核燃料要空運給斯洛伐克的核電廠，斯洛伐克的博胡尼斯（Bohunice）和莫霍夫奇（Mochovce）有4座俄羅斯設計的VVER-440機組在運轉。TVEL負責14個國家、76座機組的燃料，包括保加利亞、匈牙利、烏克蘭和斯洛伐克。

保加利亞的科茲洛杜伊（Kozloduy）核電廠執行董事堅諾夫（Ivan Genov）在本週稍早時表示，烏克蘭的事件不會影響科茲洛杜伊的燃料供應。他說，利用空運運送燃料的替代方案已經過測試，是可以接受的。科茲洛杜伊，這個保加利亞唯一的核電廠，有2座機組，有一年左右的燃料庫存足夠維持運轉。

與此同時，烏克蘭的核能發電公司Energoatom發表聲明，該國核電廠運轉正常，並且受到保安單位和內政部軍隊的「積極保護」。該公司表示，所有核電廠都有供應充足的核燃料。烏克蘭目前有4座核電廠、15座機組正在商轉。

（NucNet News, 2014.03.06, No.75）

美國核管會要求增加 360 萬美元預算

美國核能管制委員會（NRC）在一份聲明中說，已提出2015年10.5億美元（約300億新台幣）預算的需求，用來規範使用核子材料的核電廠和用戶。這比2014年的預算要超出360萬美元，由於核管會收取的證照費是直接繳交給財政部，撥款淨付1.24億美元，2014年將短少100萬美元。

核管會需求的預算內容包括：8.15億美元用於反應爐安全、2.32億美元用於核子材料與放射性廢棄物；同時也包括從福島事故中學習教訓──預防地震與淹水的調查與再評估。

此外，預算也包含1,200萬監察長辦公室的支出，這是一個獨立機構，負責調查和稽核核管會的計畫，並加強成本效益的管理。

（NucNet News, 2014.03.06, No.74）

核能產業人士呼籲：歐洲氣候變化政策應公平對待核能

歐洲核能行業協會（FORATOM）發表的立場聲明認為，為再生能源所訂的鼓勵措施應該也適用於核能，為所有低碳能源技術打造「公平競爭」的條件。

總部位於布魯塞爾的歐洲核能行業協會表示，支持歐盟委員會（EC）提出的2030年溫室氣體排放量減少到40%的目標，因為它提供了靈活性，每個成員國都可以選擇最適合其國情的能源結構。

這份立場聲明說：「這應該讓那些已經表示要繼續興建新核電廠的國家可以著手進行，其他國家如果願意的話也可以比照辦理。」

歐洲核能行業協會還呼籲，歐盟應對2030年氣候與能源政策的框架中「錯失的機會」多作溝通，並表示應將更多的重點放在對所有低碳技術投資的有利措施。

立場聲明中說了好幾次，認為歐盟對再生能源的意見應該也適用於核電。歐洲核能行業協會的立場聲明公布於2014年1月22日，詳細內容可上網觀看原文：http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52014DC0015:EN:NOT

（NucNet News, 2014.03.05, No.73）

日本核安管制機構加速反應爐重啟審核作業

日本政府表示，原子力規制委員會（NRA）為了重啟反應爐，正加緊審查的腳步。原子力規制委員會列出符合地震與海嘯安全規範的「優先名單」，協助這些反應爐盡快於下個月進行重新啟動的程序。

一份聲明指出，原子力規制委員會將編寫一份報告，列出幾個優先核准的電廠交由公眾討論4個星期。原子力規制委員會將在電廠所在地舉行市政會議，討論有關科學與技術領域的問題。日本50座商用反應爐，福島事故之後，目前僅有關西電力公司轄下的大飯電廠3、4號機重啟運轉，這2座反應爐也曾經因為大修、裝填燃料停機。

原子力規制委員會正在審查提出重啟申請的反應爐，是否符合2013年8月生效的新核能安全標準。根據2013年12月原子力規制委員會公布的統計數據，共有16座機組提出申請，分別是泊電廠1、2、3號機，女川電廠2號機，柏崎刈羽6、7號機，高濱3、4號機，大飯3、4號機，島根2號機，伊方3號機，玄海3、4號機，川內1、2號機。

（NucNet News, 2014. 02.19.）

歐盟能源產量 核能占比最大

根據歐盟統計局公布的數據，2012年歐盟生產的各項能源中，核能占29%為最大宗；其餘分別是再生能源22%、化石能源21%、天然氣17%、燃油發電10%。總產量將近7億9,400萬噸油當量，約70.3×10^{18}焦耳「艾焦（exajoules）=10^{18}焦耳」。

歐盟28個國家整體能源消耗量總值，1990年時為16億7,000萬噸，2006年攀升至高峰的18億3,000萬噸，隨後逐年下降至2012年的16億8,000萬噸。自2006年至2012年總共下修8%。

能源依賴率是顯示一個地理區域依賴進口能源的程度，歐盟的能源依賴率約52%。2012年，歐盟5個能源消費最大國分別是德國、法國、英國與西班牙；而能源依賴率最高的國家則分別是義大利（81%）、西班牙（73%）、德國（61%）、法國（48%）與英國（42%）。不過，能源依賴率登記在案最高的國家則是：馬爾他（100%）、盧

森堡與賽浦路斯（都是97%）與愛爾蘭（85%）。

2012年5大能源生產國是：法國、德國、英國、波蘭與荷蘭，總共占全歐盟的64%。最大核能生產國是法國（1.1億萬噸油當量），德國居次（2,600萬噸油當量）。根據國際原子能總署（IAEA）統計，歐盟有14個國家擁有核能設施，總計有131座反應爐正在商業運轉。這14個國家分別是法國、德國、英國、瑞典、芬蘭、荷蘭、西班牙、比利時、捷克、匈牙利、保加利亞、羅馬尼亞、斯洛伐克、斯洛維尼亞。

（NucNet News, 2014.02.18.）

阿聯的巴拉卡 3、4 號機 獲准進行前期興建工程

阿拉伯聯合大公國核能公司（Emirates Nuclear Energy Corporation, ENEC）表示，日前已接獲核准巴拉卡（Barakah）核電廠3、4號機前期興建工程。

阿聯聯邦核能管制局（FANR）授權一些前置工程如安裝模板、鋼筋、通道、地腳螺栓、鋼板與管路可以進行，但是不包括第一次混凝土澆灌。

阿聯核能公司在阿拉卡將建造4座APR1400反應爐，該廠位於阿布達比西方，第一部機組將於2017年完成。韓國電力公司（Kepco）於2009年12月贏得建造這4部機組的大合約。

（World Nuclear Review, 2014.02.14.）

法國深地質處置場沒有反對派

法國放射性廢棄物管理局（ANDRA）表示，全國公開辯論委員會（CNDP）小組曾表態，「原則上」不反對Cigeo全國深地質處置場計畫。

這個17人小組負責設立法國的公眾聽證會程序，由於Cigeo在實際條件下測試的時間非常充分，也獲得良好的結果；廢棄物管理局表示，2014年2月3日該小組召開的會議一致通過「原則上不反對」。這個小組的成立，是為了在公眾辯論過程中表達地方和全國民眾的立場，成員包括將興建處置場當地的居民。

辯論於2013年5月中旬到12月中旬期間舉行，廢棄物管理局表示，結果將視2014年5月中旬公開辯論的反應來決定。

全國公開辯論委員會是國家資助的獨立機構，負責確保民眾能積極參與「對環境或土地規劃產生重大影響」的所有計畫的公開辯論。成立於1995年，自2002年起獨立至今。

廢棄物管理局表示，Cigeo處置場計畫不只是處置高放廢棄物，在儲存之前需要經過幾十年的冷卻，需要70,000立方公尺的場地儲存中放射性廢棄物，其中有一半不需要這麼長時間的冷卻。如果計畫獲得批准，Cigeo處置場將在法國東北部默茲和上馬恩省交界處興建，預計2025年開始營運。

（NucNet News, 2014.02.06, No.38）

韓國批准兩個新建機組 70 億美元計畫

韓國已批准70億美元（約210億新台幣）計畫，以建造新古里5、6號機兩座新反應爐，位於南韓的東南沿海、現有新古里核電廠內。

韓國貿易工業與能源部表示，這兩座APR1400壓水式反應爐建設計畫於2014年9

月開始，將在2020年完成，可生產1,400兆瓦電，和韓國其他正在建設中的機組都是一樣的設計，也已出口到阿拉伯聯合大公國的巴拉卡核電廠計畫。

根據韓國水力與核電公司（KHNP）表示，新古里5、6號機的基礎計畫成立於2009年2月。韓國水力與核電公司是韓國電力公司的子公司，負責經營該國所有23座商業核反應爐。韓國水力與核電公司於2012年9月申請了新古里5、6號機的建造許可執照。韓國國內正在建造4座APR1400反應爐：新古里3、4號機和新蔚珍（HANUL）1、2號機。第5座機組新月城2號機──960兆瓦電的OPR 1000，也正在建設中。

新古里3、4號機預計在2015年和2016年開始商業運轉，新蔚珍1、2號機在2017年和2018年商轉。

今天這份批文是第一件核准文件，韓國政府於1月初公布長期能源計畫，希望提高韓國對核能發電量的依賴度，將核能占比從2012年年底的26%，提高到2035年的29%。

2013年5月調查新古里2號機和新月城1號機控制纜線的偽造文件，導致兩個反應爐停機，使得韓國因為用電需求激增與供電不足的經常性缺電更為加劇。本月初核安全委員會已經批准這兩座機組重新啟動；另外，新古里1號機因為重新更換纜線而延長大修期，也獲准重新啟動。

（NucNet News, 2014.01.29, No.31）

沒有證據顯示塞拉菲爾德輻射外洩

在英國西北部坎布里亞郡的塞拉菲爾德（Sellafield）核燃料再處理廠，檢測報告「輻射基準略高」。

發言人告訴核能新聞網（NucNet），廠界北方的警報發出後，每棟建築都被檢查過，沒有證據顯示有輻射外洩，或是發生意外。他補充說：「不過，沒有核子設施能免於輻射外洩的猜測。」該公司強調，事件對於民眾或工作人員沒有造成風險。

塞拉菲爾德在一份聲明中說，「保守和謹慎決策」的結果，該廠正常運作，但是人員有減少。董事長羅理歐尼爾（Rory O'Neill）說：「廠界20多個監視器中，有一個偵測到輻射基準比正常值稍高，不過還不到關閉場區的程度，只需作屏蔽防護之類的行動。

（World Nuclear Review, 2014.01.31, No.5）

瑞士的民意調查顯示：支持核能

瑞士一項民意調查結果顯示，超過60%的民眾認為需要核能，而且有3/4的人認為該國的核電廠是安全的。

瑞士自2001年以來每年都進行一系列民調，最新的一次是由DemoScope市場研究公司代表瑞士核能行業協會（Swissnuclear）進行，於2013年10月訪問2,200人。64%的受訪者表示，他們認為瑞士現有的5座核反應爐必不可少，可滿足該國的電力需求。這是2001年第一次民調以來的平均水準，但是從2012年起已增加了三成。有人支持繼續使用核能──其中68%的受訪者表示，瑞士現有的反應爐只要他們是安全的就應繼續運作。與此相比，前一年的支持率是62%。

2011年發生福島事故後，瑞士聯邦政府和議會投票禁止建造新的反應爐，現有5座機組在運轉壽命結束時即予關閉。

（NucNet News, 2014.01.24, No.4）

國內新聞

原能會再三聲明　全台環境背景輻射正常、安全無虞

原能會於3月6日邀請「中台灣廢核行動聯盟」總召蔡智豪先生至台中市民廣場共同進行輻射偵測，結果顯示環境輻射測量數值均為正常值，並未發現異常情形，確認沒有輻射安全的疑慮，請民眾放心。

在「中台灣廢核行動聯盟」指稱有疑義的地點，進行共同偵測的輻射劑量率為每小時0.12至0.17微西弗；另台中科技大學輻射劑量率為每小時0.075微西弗，並確認未發現銫-134、銫-137以及鈽等人工放射性物質。而部分測量點輻射劑量率略高，是因為地磚建材中釉料的天然輻射造成。

另外，原能會根據民間版台灣環境輻射地圖偏高的44個地點、54個測量點以3種不同型式的手持式輻射偵檢儀器進行現場複測，至2月21日為止已完成28個地點，複測結果顯示輻射劑量率為每小時0.043至0.26微西弗之間，均為天然輻射，無人工核種，並無「超標」的疑慮，請民眾安心。複測時發現部分測量點輻射劑量率略高，是因為花崗岩及磁磚建材中的「天然」輻射造成，也都有再進一步分析確認，並未發現人工放射性物質。

（2014.03.06. 本刊訊）



原能會人員至台中市市民廣場進行環境輻射劑量量測

核一乾貯不會發生竹節效應，請民眾不必擔心

針對媒體報導有關核一乾貯缺乏「熱室」進行用過核燃料束取出檢修與再整裝放入技術，以及「竹節效應」恐使燃料束受損而輻射外洩；為避免民眾不必要的誤解或恐慌，原能會鄭重澄清說明如下：

為確保核一乾式貯存安全，原能會已要求台電公司建置用過核燃料再取出技術能力，並於101年11月完成模擬驗證作業。另在乾貯設施運轉40年期間，台電公司均須備妥再取出作業場所（燃料池或熱室）。至於用過核子燃料的竹節效應，是發生在早期的國際核能業界，已經過改善，此問題已不存在。核一乾貯內都是完整無破損的用過核子燃料，在乾貯環境下不會發生竹節效應。

用過核燃料自爐心退出後，不再進行核子分裂反應，貯存於燃料池內或乾式貯存設施時，只會產生衰變餘熱，燃料丸的溫度大幅降低，均無形成竹節效應的高溫條件，因此不會發生竹節效應。

（2014.02.24. 本刊訊）



謠言終結天使 輻射美少女
絕不原諒讓人心感到痛苦的詭異謠言！

為徹底打敗在世間流傳的數種輻射謠言，
由花音與七海兩名少女組成了「謠言終結天使 輻射美少女」，
並傳授大家輻射的相關正確知識，
將傳播謠言惑眾者施以鐵拳制裁，
絕不原諒讓人心感到痛苦的詭異謠言！

【內容簡介】
★本書為《機動戰士鋼彈桑》作者大和田秀樹，以近期日本社會話題為題材發揮的作品。
★由於311震災引發福島核電廠造成的災害後，不少日本公眾人物在媒體上，屢有傳播不實資訊造成人心惶惶的怪現象。
★本書以此現象為藍本，透過兩名少女主角的「鐵拳制裁」，來傳達有關輻射的相關正確知識。
★由東大醫學系附設醫院放射線科準教授中川惠一擔任監修。